Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

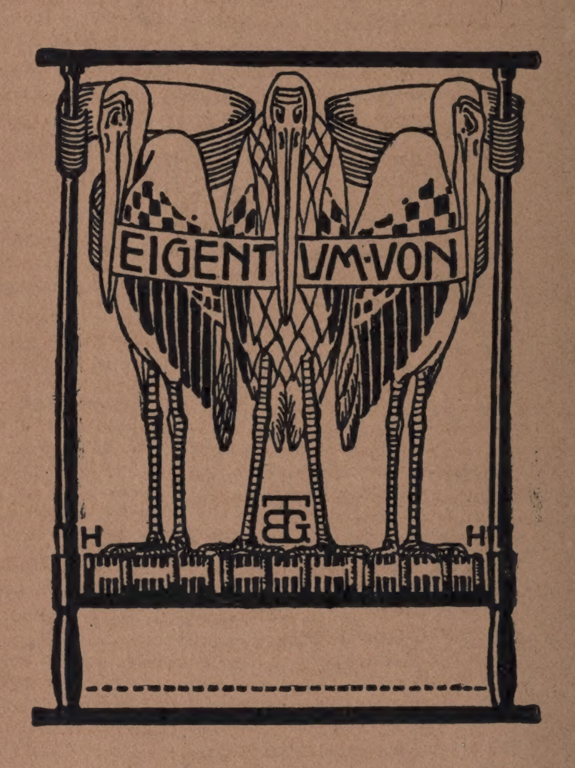
K. Blau

Das Automobil

Zweite Auflage



Verlag von B. G. Teubner in Leipzig



Ein vollständiges Verzeichnis der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" befindet sich am Schluß dieses Bandes.

ANuG allg. 60) : 311.

Die Sammlung

„Aus Natur und Geisteswelt"

die nunmehr auf ein mehr denn zehnjähriges Bestehen zurückblicken darf und jetzt über 350 Bände umfaßt, von denen 70 bereits in zweiter bis vierter Auflage vorliegen, verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten. So lehrt sie nicht nur die zurzeit auf jene Fragen erzielten Antworten kennen, sondern zugleich durch Begreifen der zur Lösung verwandten Methoden ein selbständiges Urteil gewinnen über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten.

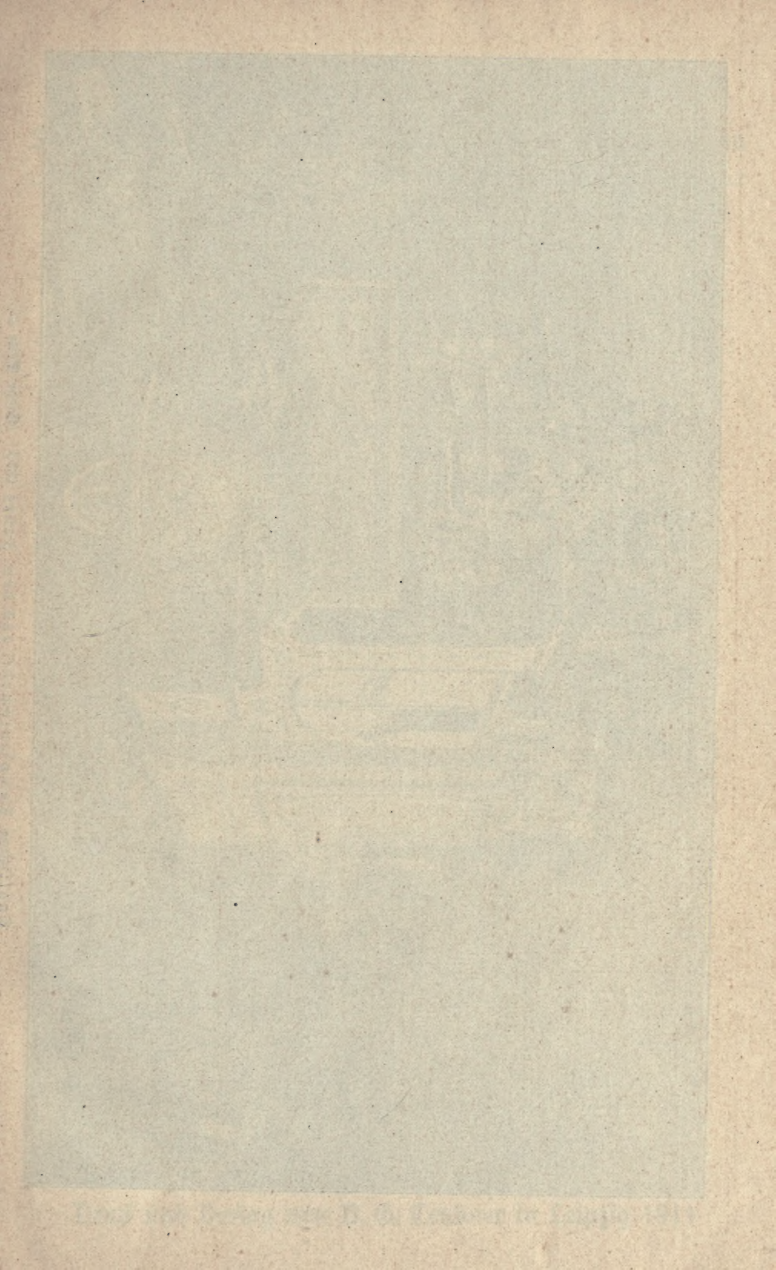
Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befasse. Es kommt nur darauf an, daß jeder Mensch an einem Punkte sich über den engen Kreis, in den ihn heute meist der Beruf einschließt, erhebt, an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften gerade dem „Laien" auf dem betreffenden Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische eine gedrängte, aber anregende Übersicht.

Freilich kann diese gute und allein berechtigte Art der Popularisierung der Wissenschaft nur von den ersten Kräften geleistet werden; in den Dienst der mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn aber auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, und die Sammlung hat sich dieser Teilnahme dauernd zu erfreuen gehabt.

So wollen die schmucken, gehaltvollen Bände die Freude am Buche wecken, sie wollen daran gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt" vereinigt.

Leipzig, 1911. B. G. Teubner.







Englisches Dampfautomobil aus dem Jahre 1833. (Siehe Seite 4.)

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
166. Bändchen

Das Automobil

Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens

Von
Ingenieur Karl Blau
Automobillenker-Prüfungs-Kommissär
bei der K. K. n.-ö. Statthalterei

Zweite Auflage
Mit 86 Abbildungen
und einem Titelbild



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1911

Vorwort zur ersten Auflage.

In den folgenden Zeilen wird der Versuch unternommen, in gedrängter Darstellung einen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus zu geben.

Dieser Zweig der Verkehrstechnik hat, obgleich noch jung an Jahren, bereits eine solche Höhe der Vervollkommnung erfahren, daß es gerechtfertigt ist, wenn sich die technische Forschung seiner immer wirkungsvoller annimmt. Tatsächlich ist denn auch die Literatur über diesen Gegenstand, die noch vor zehn Jahren so gut wie nicht vorhanden war, heute in beständigem Wachstum begriffen. Es mangelt nicht an guten, verläßlichen Werken, die den Wißbegierigen in das fragliche Gebiet einführen. Die meisten dieser Werke aber wenden sich vorzugsweise an den technisch Vorgebildeten. Die übrigen, für die Allgemeinheit geschriebenen Werke wiederum, erschöpfen den Stoff nur auf sehr großem Umfang.

Einen Mittelweg einzuschlagen, bemüht sich das vorliegende Werkchen: Es soll in knappster Darstellung das Wichtigste aus dem Gesamtgebiete in leicht faßlicher Form vor Augen führen, so daß es auch den Nicht-Techniker ohne Aufwand von Zeit und Mühe mit den Grundprinzipien rasch vertraut macht. Allerdings: ein gewisses Mindestmaß von allgemeinen Kenntnissen mathematisch-physikalischer Natur wird wohl immer bei der Darstellung technischer Probleme und ihrer Lösungsversuche vorausgesetzt werden müssen. Von diesem Mindestmaß aber abgesehen, bemüht sich die Darstellung so voraussetzungslos als möglich vorzugehen. Übrigens können die wenigen im Texte verstreuten Erörterungen rein technischer Natur ohne besonderen Nachteil für das Verständnis des Ganzen überschlagen werden.

Aus dem allen geht hervor, daß sich die Schrift durchaus nicht an den Fachmann wendet. Wie es schon im Titel zum Ausdrucke kommt, handelt es sich um eine Einführung zur vorläufigen Orientierung, um eine Anregung zu weiterer Beschäftigung mit dem interessanten Thema; ein solches Programm schloß eine erschöpfende Behandlung und weitgehende Kritik des umfangreichen Stoffes von vornherein aus

Schließlich sei noch bemerkt, daß das Büchlein dem Bestreben seine Entstehung verdankt, die leitenden Ideen des Automobilismus den weitesten Kreisen zugänglich zu machen und vielleicht auf diesem Wege Vorurteile zu besiegen, die der Ausbreitung dieses vielfach unterschätzten, aber so eminent bedeutsamen Verkehrsmittels im Wege stehen.

Wien, im Mai 1907. **Karl Blau.**

Vorwort zur zweiten Auflage.

Vorurteile gegen das Automobil zu bekämpfen, ist heute nicht mehr nötig; es hat sich einfach als unentbehrliches Verkehrsmittel durchgesetzt. Umso wichtiger ist es daher, der großen Zahl der Automobilbenützer ein Buch in die Hand zu geben, in dem sich alles, was man über den Bau eines Wagens zu wissen wünschen kann, rasch und in kurzer, leichtverständlicher Darstellung findet.

Dieses Programm liegt auch der neuen Auflage zugrunde. Im Wesentlichen konnte der Aufbau der ersten Auflage beibehalten bleiben. Bei der augenblicklich verschwindenden Bedeutung des Dampfbetriebes für die automobile Personenbeförderung konnte der Abschnitt über diesen Gegenstand wegbleiben. Die Erörterungen theoretisch-physikalischer Natur wurden in allen Abschnitten, namentlich in dem über das Elektromobil, auf den geringsten Umfang eingeschränkt. Dadurch ergab sich Raum zur Erweiterung des Hauptabschnittes über das Benzinautomobil. Als einzige technisch-konstruktive Neuerung von wesentlicher und vielleicht einschneidender Bedeutung mußte der ventillose Motor abgehandelt werden. Ganz neu ist das Kapitel: Carosserien. Wesentlich erweitert ist das Schlußkapitel des Buches, in dem sich Gelegenheit bot, auch über die Bedeutung der kleinen Wagen einiges zu sagen. Die Zahl der Abbildungen wurde durch Aufnahme von Darstellungen vorzüglich ausgeführter moderner Konstruktionen vermehrt, deren Verständnis durch die schematischen Skizzen vorbereitet sein dürfte.

Vor allem aber habe ich der Art der Darstellung die größte Sorgfalt gewidmet und hoffte damit, noch mehr Klarheit des Ausdruckes zu erreichen und auch höheren sprachlichen Anforderungen zu genügen.

Wien, Anfang 1911. **Karl Blau.**

Inhaltsverzeichnis.



Einleitung.

I. Geschichtliches.

Die Geschichte des Automobiles ist die Geschichte des Verkehrs überhaupt. Es ist die Geschichte von der Entwicklung der Fortbewegungsmöglichkeiten.

In Urzeiten war der Mensch lediglich auf die Kraft und Ausdauer seiner Beine angewiesen; so weit er gehen konnte, so weit herrschte er, so weit stand ihm die Umgebung zum Gewinne seines Unterhaltes offen. Aber gerade für raschen und ausdauernden Gang oder Lauf war sein Körper nicht günstig eingerichtet. Mit der Erwerbung des aufrechten Ganges büßte er eine wertvolle Eigenschaft ein, die noch das Tier hatte. Er stand auf einmal mit der Breitseite nach vorne da, während beim Tier die Bewegungsachse durch die Schmalseite geht, so daß im allgemeinen die Querschnitte Profile kleinsten Widerstandes sind. In ähnlicher Weise bedeuten die Entwicklung der Hand aus dem bekrallten Fuße, die Umbildung des menschlichen aus dem Raubtiergebisse und noch viele andere morphologische Prozesse der Menschwerdung einen deutlichen Verlust an eigner, körpereigner Organtechnik, der die Ursache war, daß der Mensch als Ersatz hierfür eine besondere vom Körper freie Technik sich schaffen mußte. Der Intellekt bemächtigte sich der losgelösten Organtechnik und gestaltete auf ihrer Grundlage frei die neuen individuellen Werkzeuge.

In drei großen Perioden läßt sich diese menschliche Arbeit auf allen Gebieten verfolgen[1]): Der anfangs unwissenschaftlichen, rein willkürlichen Verwendung der Naturkräfte folgte, auf Grund langer Beobachtungen, Forschungen und daraus gewonnener Einsichten, zwangläufiges Erreichen des vom menschlichen Willen gesteckten Zieles: das Zeitalter der Maschine. Aber die Entwicklung zeigt die Richtung nach einem höheren Endziele, wo dann mit Preisgabe der starren Zwangläufigkeit ein freieres, aber bewußteres

---

1) Siehe auch Launhardt, Am sausenden Webstuhl der Zeit. 23. Bändchen dieser Sammlung.

Verwerten der Naturkräfte erreicht wird. Es genügt auf die drahtlose Telegraphie und Telephonie hinzudeuten.

Die Entstehung des Fahrzeuges ist wie alle epochalen Ideen in Dunkel gehüllt. Das Typische solcher Erscheinungen hat Klopstock in einer Ode mit den Worten ausgedrückt:

> Begraben ist in finsterer Nacht
> Des Erfinders großer Name zu oft . . .

Der Erfinder des Rades ist immer unbekannt geblieben; des Rades, das bereits den Urfall zwangläufiger Bewegung darstellt.

In langsamer Entwicklung vollzog sich die wissenschaftliche Festlegung der mechanischen und kinematischen Prinzipien bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts, wo mit Watts Auftreten eine ganz neue Phase anhebt.

Mit der Erfindung der Dampfmaschine war zum erstenmal die Möglichkeit geschaffen, in größerer Unabhängigkeit vom Orte Energie zu verwerten, (im Gegensatze z. B. zu Wind- und Wassermotoren). Watt selbst beschäftigte sich allerdings noch ausschließlich mit der Ausbildung und Verbesserung ortsfester Dampfmaschinen; aber mit voraussehendem Blick hatte er auch ein Patent auf einen Dampfwagen genommen. Schon seine Zeitgenossen beschäftigten sich emsig mit dem Probleme der Lokomotion. Und die Lösung des Problems mußte steigende Bedeutung gewinnen, als die nach den napoleonischen Kriegen stärker einsetzende Weltpolitik Bürgerstand und Handel zu mächtiger Entwicklung anregte.

Im Jahre 1769 wurde der erste Dampfwagen durch den französischen Artillerieingenieur Nicolas Joseph Cugnot zum Transport schwerer Geschütze mit Unterstützung der damaligen Regierung gebaut (Fig. 1). Aber die Ergebnisse der Probefahrt waren recht ungünstig, und der Wagen wanderte ins Archiv. Er ist noch heute im Pariser Conservatoire des Arts et Métiers zu sehen. Bemerkenswert ist, daß man zu dieser Zeit die Idee, den Dampf als Treibkraft eines Wagens zu verwenden für unmöglich hielt und dem Amerikaner Oliver Evans ein Patent auf einen Dampfwagen darum geradezu verweigerte. Indessen war man in England einsichtiger. Dort ist denn auch in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts eine Reihe von Dampfwagen gebaut worden, so von Watts Schüler Murdock in den 80er und von dem berühmten Trevithick in den 90er Jahren.

In diese Zeit fällt der Beginn der Eisenschienenbahn, die zunächst mit Pferden betrieben war. Denn man glaubte damals

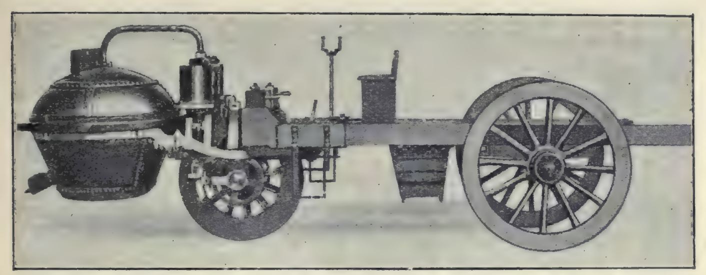


Fig. 1.

fest, daß die Radreibung zu klein sei, um eine Vorwärtsbewegung des Wagens durch Angriff einer Kraft direkt an den Wagenrädern zu ermöglichen. Dieses Vorurteil war damals so allgemein, daß es niemandem einfiel, sich durch einen einfachen Versuch von der Richtigkeit der Behauptung zu überzeugen. Erst seit Trevithicks schlagenden Beweisen durch solch einen einfachen Versuch, den er i. J. 1801 mit einem Freunde, Davis Gilbert, ausführte, war der Weg offen für die Entwicklung der Lokomotive. Dennoch dauerte der Kampf zwischen Schienenbahn und schienenloser Straße noch lange Jahre weiter, bis endlich durch Stephensons Bemühungen das berühmte Lokomotivwettrennen zu Rainhill (1829) zustande kam, das mit einem vollkommenen Sieg der Schienenbahn endigte. Damit war für eine Reihe von Jahrzehnten der Automobilismus ganz in den Hintergrund gedrängt. Offenbar war der in dieser Periode vorgeschriebene Weg mit dem Losungswort: „Zwangläufig" noch nicht ganz zurückgelegt und die kurze Blüte des Automobiles ein Vorwegnehmen einer erst der Zukunft beschiedenen Entwicklungsstufe, für die zurzeit die nötige allgemeine Reife noch nicht vorhanden gewesen sein mochte.

Zwar wurde die Wirkung nicht unmittelbar fühlbar; denn seit Trevithick mehrten sich die neuen Erfindungen auf dem Gebiete des Dampfwagens. Auch Auswüchse der Erfinderphantasie wurden gezeitigt; so kam Gordon auf die Idee, die Fortbewegung des Wagens durch eine den Pferdefüßen nachgebildete Treibvorrichtung zu erzielen. Erfolgreicher waren Gurney und Hancock, die namentlich ihr Augenwerk auf die Ausgestaltung der Dampfkessel lenkten und bereits so weit kamen, daß ein regelmäßiger Personentransport mit automobilen Dampfwagen (zwischen Gloucester und Cheltenham) eingeführt werden

konnte. (1831.) In diesen Jahren mochte das Automobil in London zu den ständigen Straßenerscheinungen gehören (s. das Titelbild, das einen Dampfomnibus für 50 Personen nach der Erfindung eines Dr. Church aus d. J. 1833 darstellt, der den Verkehr zwischen London und Birmingham vermittelte). Überhaupt unterschied sich die damalige Automobilepoche nicht sehr von unserer heutigen Ära. Die Parteien waren in zwei Lager geteilt wie heute. Auch öffentlich, in den Zeitungen, wurde zur Frage Stellung genommen, und selbst eine Automobilgesetzgebung kam i. J. 1831 zustande. (S. die ausgezeichnete Studie von C. Matschoß, dem bekannten Historiker der Dampfmaschine, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom J. 1906, Bd. 50, Nr. 32.)

Indessen nahm die Zahl der Gegner mehr und mehr zu, und schließlich veranlaßte ein durch einen Achsenbruch hervorgerufener, sonst glimpflich verlaufener Unfall des Hancockschen Omnibusses i. J. 1836 jene berüchtigte Verfügung, die „Lokomotive-Act", die erst i. J. 1896 (!) wieder aufgehoben wurde; danach mußte 100 m vor jedem pferdelosen Wagen ein Mann mit einer roten Fahne gehen zur Warnung vor dem mit höchstens 4 km pro Stunde fahrenden Wagen. Die Entwicklung des Automobilismus war damit auf Jahrzehnte hinaus lahmgelegt.

Die folgenden Zeiten waren dem Ausbau des Weltverkehrsnetzes, der Lokomotivbahnen, gewidmet. Nur vereinzelt treten Versuche mit Straßendampfwagen auf, so in Frankreich, wo Dietz 1835 ein Schleppfahrzeug baut und Lotz 1856, eine Straßenlokomotive sich patentieren läßt, die auch als Dreschmaschine und Dampfpflug verwendbar sein sollte.

Erst nach dem Abschluß des Hauptverkehrsnetzes finden die Geister Zeit, zu den alten verlassenen Problemen zurückzukehren und die Arbeit an dem früher erreichten Punkte wieder aufzunehmen.

Um das Jahr 1873 kam Bollée mit seinem auch heute noch teilweise vorbildlichen Dampfwagen heraus, den er bezeichnend „l'obéissante", die Folgsame, genannt hatte. In das Jahr 1875 fallen die ersten Versuche Serpollets, des genialen Erfinders des modernen Dampfwagens. Gleichzeitig aber beginnt sich ein neuer Weg zu zeigen, der zur Verdrängung des Dampfes als Energiequelle führen sollte: die Anwendung eines Gasmotors nach dem Ottoschen Systeme.

Wohl hatte schon 1872 der Erfinder der Gasmaschine, Lenoir, einen Wagen gebaut, mit dem er wiederholt zwischen Paris und Vincennes Fahrten machte. Aber als die eigentlichen Väter des heutigen Benzinwagens müssen Benz und Daimler betrachtet werden.

Das erste Patent der Firma Benz & Ko. stammt vom 25. März 1886. Kurz vorher, 1884, hatte Daimler ein Patent auf einen einzylindrigen, horizontalen, luftgekühlten Motor genommen. Unabhängig von diesem hatte der in Österreich lebende Mecklenburger Siegfried Markus, ein überaus fruchtbar erfinderischer Geist, einen Gasmotorwagen ausgeführt. Von dieser Zeit an beginnt ein unausgesetzter Aufschwung des Automobilbaues. Daimler selbst fügte von Jahr zu Jahr Verbesserungen zu seinem Motor hinzu. Mit dem 1889 erfolgten Verkauf des Daimlerschen Patentes an die französische Doppelfirma Panhard & Levassor tritt Frankreich in die Reihe der konkurrierenden Länder mit größtem und nachhaltigstem Erfolge ein.

Es ist bemerkenswert, wie sich die fast gleichzeitig entstandenen ersten Motortypen voneinander unterschieden. Benz hatte das Prinzip eines einzylindrigen, liegenden Motors von den Stabilmaschinen herübergenommen und einfach einen solchen Motor einem Wagen eingebaut. Daimler war jedoch bald zur stehenden, zweizylindrigen Bauart übergegangen, die durch die seither so bekannte V-Stellung der Zylinder typisch geworden ist.

Eine große Reihe meist französischer Firmen beteiligte sich seit dem Ende der Achtzigerjahre des 19. Jahrhunderts an der allmählichen Um- und Ausgestaltung des Motors, der mit der Zeit ein ganz charakteristisches, von allen Stabilmotoren verschiedenes, mehr und mehr einheitliches Aussehen erhielt. Die wichtigsten Namen sind in dieser Anfangsepoche Bollée, Peugeot, de Dion, Mors, Rochet. Man versuchte es mit Ein- und mit Mehrzylindern, mit der stehenden und liegenden oder mit der schrägen Bauart, man baute immer neue Karburatoren; man ließ die Motoren im Zwei- und Viertakt arbeiten; die Kraftübertragung erfolgte bald durch Riemen, bald durch Zahnräder; Ketten und Cardan rangen um die Vorherrschaft; in heißem Wettbewerbe wurden unzählige Möglichkeiten erprobt und verworfen und wieder hervorgeholt, bis sich endlich die heutige, im großen allen Konstruktionen zugrundeliegende Normaltype kristallisiert hatte. Am Ende steht abermals der Name Daimler und neben ihm Mercedes. —

Die gewaltige kulturelle Bedeutung des Automobiles liegt darin, daß es ein weiterer Schritt auf dem Wege zur endlichen Befreiung von der Zwangläufigkeit ist, in der uns die Eisenbahn noch tief stecken ließ. Zwar umspannen die Schienen heute in ungeheurem Netze den ganzen Globus in Haupt- und Nebenlinien, die sich wieder in sekundäre und tertiäre Linien verästeln; aber es setzen Rentabilität in finanzökonomischer, und die zulässigen Größen des Krümmungshalbmessers in technischer Hinsicht eine Grenze der Maschenweite nach unten fest. Eine weitere Verengerung dieser Maschen muß zur Befreiung von der Schiene führen. Die Bahn ist noch starr an Ziel und Schienenweg gebunden, sie kann von der einmal festgelegten Trace nicht mehr loskommen; man kann sie in diesem Sinne eindimensional nennen. Frei in Beziehung auf Ziel und Weg ist der Wagen. Er beherrscht die ganze Oberfläche, er ist also zweidimensional wirksam. Aber eine noch höhere Stufe wird dreidimensional sein müssen und den Raum beherrschen: das Luftschiff. Es ist die Vollendung, wenigstens die vorläufig denkbare Vollendung in der Idee der Lokomotion.

II. Einteilung der Kraftwagen nach der Art des Antriebes.

Es ist noch gar nicht so lange her, daß ein durch die Straßen der Großstadt sausendes Automobil so angestaunt wurde, wie es wohl den ersten Eisenbahnwagen seinerzeit ergangen sein mochte. In der Tat boten auch die pferdelosen Fahrzeuge einen überaus befremdenden, ganz ungewöhnlichen Anblick. Sah man doch ein, sonst den üblichen Wagentypen genau gleichendes Gefährte ohne sichtbare äußere Kraft schneller als die anderen Verkehrsmittel sich bewegen, das nur durch die erhebliche Belästigung der Geruchs- und Gehörnerven eine innen verborgene, treibende Kraft andeutete.

Von dieser Kraft soll gleich gesprochen werden. Zunächst wollen wir noch ein wenig das äußere Bild betrachten.

In den Anfängen des Automobilismus gab es noch keinen ausgeprägten eigenen Wagentypus, es wurden vielmehr die vorhandenen Bauarten einfach übernommen und mit oft bedeutender Anstrengung der motorische Apparat in den vorhandenen Rahmen hineinkonstruiert. Eine gewisse konservative Tendenz und auch wohl Rücksicht auf das Publikum waren gewiß die Ursachen dieser Erscheinung. Es dauerte aber nicht lange, bis die Einsicht durchdrang, daß es logischer sei, das Wagengestell dem Motor an-

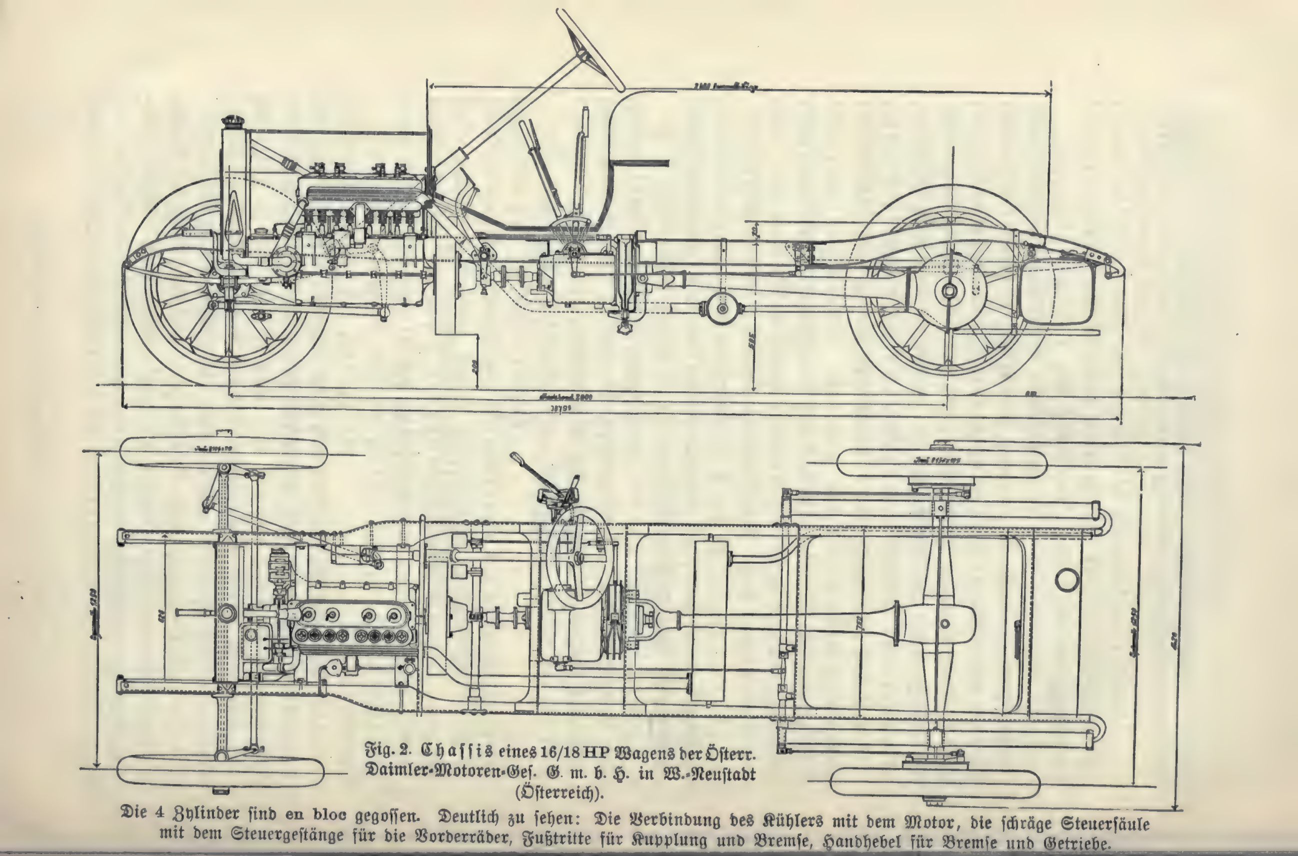


Fig. 2. Chassis eines 16/18 HP Wagens der Österr. Daimler-Motoren-Ges. G. m. b. H. in W.-Neustadt (Österreich).

Die 4 Zylinder sind en bloc gegossen. Deutlich zu sehen: Die Verbindung des Kühlers mit dem Motor, die schräge Steuersäule mit dem Steuergestänge für die Vorderräder, Fußtritte für Kupplung und Bremse, Handhebel für Bremse und Getriebe.

zupassen, weil man dann für die konstruktive Durchbildung dieses Teiles von vornherein frei von äußeren hemmenden Rücksichten sein konnte. Von dieser Zeit an beginnt eine neue Wagenbautechnik im Automobilbau. (Beiläufig Ende der 80er Jahre.)

Das Fahrzeug wurde im allgemeinen nunmehr in zwei, ziemlich selbständige Teile getrennt, nämlich das Untergestelle oder Chassis (s. Fig. 2), zu dem also der den Wagenrädern federnd aufgesetzte Rahmen mit den gesamten Antriebsmechanismen und der Übertragung gehörte, und der dem Lenker und den Insassen bestimmte Raum: die Karosserie.

Eine Sonderstellung nehmen hierbei nur die Motorräder ein, deren Bau gleichfalls in die Anfänge des Automobilismus zurückreicht. Da sie gewöhnlich nur für einen einzigen Fahrer bestimmt sind, entfällt der sonst nötige umfängliche Wagenkasten, und es muß im Rahmen des Chassis für den Lenker ein mehr oder weniger bequemer Sitz geschaffen werden.

Ein Zwischenglied zwischen Rad und Wagen stellen die für zwei oder drei Personen eingerichteten Motorräder mit Bei- oder Anhängewagen vor, die eine vollkommene örtliche Trennung von Chassis und Karosserie durchführen.

Die Motorräder sollen in der vorliegenden Schrift jedoch nicht näher behandelt werden; es gelten aber die prinzipiellen Ausführungen der betreffenden Kapitel auch für sie.[1])

Die eigentlichen Wagen sind vierrädrig. Sie werden nach Gewicht und Leistung in leichte (Voituretten) und schwere (Touren-, Last-) Wagen unterschieden. Im übrigen wechselt ihr Aussehen je nach ihrer Bestimmung, aber auch der herrschenden Mode oder der persönlichen Geschmacksrichtung; das Wichtigste hierüber enthält das 11. Kapitel: die Karosserie. Bei alledem aber kann man bemerken, daß eine gewisse Vereinheitlichung der Type allseits angestrebt wird, die sich namentlich auf gewisse konstruktive Lösungen der Rahmenbildung, Motoranordnung usw. erstreckt, und daß sich sogar Wagen mit verschiedenem Antriebe in ihrer äußeren Erscheinung wenig voneinander unterscheiden.

Diese Verschiedenheit des Antriebes ist es, die der Einteilung der automobilen Fahrzeuge in dieser Schrift zugrunde gelegt wurde, so daß sie, zwar nicht der historischen Entwicklung folgend, aber

1) Eine vorzügliche Einführung in Bau und Betrieb der Motorräder findet der Leser in dem Büchlein von Filius: „Ohne Chauffeur". 3. Aufl. (Wien 1910, bei Friedr. Beck erschienen.)

entsprechend der augenblicklichen verkehrstechnischen Bedeutung, zunächst am Benzinwagen die Art der Krafterzeugung und die hierzu geeigneten Organe, sodann die Energieübertragung auf die Bewegungsmechanismen und schließlich die zum Gang und Betrieb notwendigen Nebenorgane behandelt. In ähnlicher Bearbeitung folgt dann der Abschnitt über die Kraftwagen mit elektrischem Antrieb.[1])

Dieser Abschnitt konnte mit Rücksicht auf die im I. Abschnitte erörterten, hier wieder auftretenden Nebenorgane wesentlich kürzer gehalten werden.

I. Abschnitt.

Das Benzinautomobil.

1. Kapitel.

Der Explosionsmotor und seine Arbeitsweise.

Die hier zu betrachtenden Wagen werden durch Explosionsmotoren bewegt. Zu diesem heute so Vielen geläufigen Worte fehlt doch noch häufig eine anschauliche Vorstellung, obwohl nichts einfacher ist: ein Explosionsmotor ist nichts anderes als ein Geschütz, also ein rohrartig ausgebildeter Körper, beiderseits verschließbar; der eine Verschluß ist im Rohre beweglich, er ist gewissermaßen das Geschoß — freilich ohne wegzufliegen. Und statt des Schießpulvers bringt man ein Gas zur Explosion.

Die heutigen Explosionsmotoren sind fast ausschließlich durch Benzin betrieben.

Das in den Motoren verwendete Benzin wird durch Destillation aus Petroleum gewonnen; Benzin wiegt ca. 700 kg pro 1 m³. Seine charakteristischen Eigenschaften, denen es die Verwendbarkeit als motorische Flüssigkeit verdankt, sind die leichte Verdunstbarkeit schon bei mittleren Lufttemperaturen und die Fähigkeit, mit Luft ein explosives Gemisch zu bilden. Das Mischungsverhältnis eines explosiven Gemenges ist nicht feststehend, es beträgt durchschnittlich 10 Teile Luft auf 1 Teil Benzindampf.

Das Vorbild für den Benzinmotor ist der Gasmotor.

---

1) In der 1. Auflage wurden am Schlusse auch die Dampfwagen, geschichtlich die ältesten, behandelt; doch mußte — bei der augenblicklich leider fast ganz geschwundenen Bedeutung dieses Wagen — auf die Wiederaufnahme dieses interessanten Abschnittes verzichtet werden.

Ein solcher besteht im wesentlichen aus einem Zylinder C (Fig. 3) und einem in diesem gasdicht beweglichen Kolben K. Mittels der an den Kolben angelenkten Kolben- oder Schubstange S wird die Längsbewegung des Kolbens auf eine Kurbel k übertragen und so in eine rotierende Bewegung der Kurbelachse verwandelt, die bereits zum Antrieb der Wagenräder eines Kraftfahrzeuges geeignet sein könnte. Diese wenigen Bewegungselemente sind bereits das mechanische Gerippe eines beliebigen Motors.

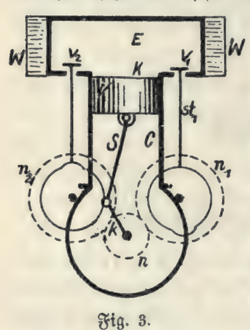


Fig. 3.

Es entsteht also nur noch die Frage: wie erhält der Kolben die nötige Bewegung?

Klar ist vor allem, daß Gas in den Zylinder eingelassen werden muß. Der Zylinder muß also mit einem Raum verbunden sein, aus dem das Gas in ihn überströmen kann. Da aber nach genügender Füllung des Zylinders mit diesem Gas dessen weiteres Zuströmen unterbrochen werden muß, ist es natürlich notwendig, die Öffnung im Zylinder, durch die das Gas eintritt, verschließbar zu machen. Ganz dasselbe gilt auch für den Austritt des nicht mehr verwendbaren Gases.

Nun kann man solche Öffnungen auf verschiedene Arten abschließen. Bis in die letzte Zeit hat man das fast allgemein mit Ventilen besorgt: eine kreisrunde Öffnung mit ebener oder konischer glatter Randfläche, auf oder in der ein glatter, gut aufgepaßter Teller, das Ventil, saß. Das gehobene Ventil gibt die Öffnung frei.

In neuester Zeit aber beginnt man in Anlehnung an die bei Dampfmaschinen bekannte Art statt der Ventile Schieber zu bauen. Dann haben diese und die Zylinderwand Schlitze. Stehen die Schlitze in gleicher Höhe, so geben sie den Ein- oder Austritt frei.

Die Vorgänge im Zylinder selbst spielen sich jedoch immer in gleicher Weise ab. Wir können sie uns nun an einem Motor mit Ventilen klar zu machen suchen.

Denken wir uns den Raum (E) über dem Kolben mit einem Gefäße verbunden, in dem explosives Benzin-Luftgemisch erzeugt werde. Es ist das der Vergaser oder Karburator. Wenn wir den Kolben aus seiner obersten oder Totlage zunächst künstlich hinabziehen, so wird über ihm ein luftverdünnter Raum, ein Vakuum, entstehen. Wenn nun zwischen diesem Ranme und dem Ver-

gaser eine an das Ventil v_1 anschließende Verbindung[1]) hergestellt ist, wird das Gemisch aus dem Vergaser infolge des Druckunterschiedes in den Raum über dem Kolben hineingesaugt. Dieser Überdruck ist auch imstande, das Ventil v_1 zu heben. Häufig wird diese Arbeit des Ventilhubs nicht der Saugkraft allein überlassen, sondern von einer eigenen Vorrichtung besorgt. Diese hält das Saugventil im Moment des Hubbeginnes und während der Dauer des Ansaugens offen; man nennt ein solches Ventil dann „gesteuert“ im Gegensatze zu dem früher besprochenen „automatisch“ wirkenden. Die Steuerung selbst ist sehr einfach: ein auf der Kurbelwelle sitzendes Zahnrad n greift in ein anderes n_1 ein; auf der Achse dieses zweiten Rades sitzt eine Scheibe, deren im allgemeinen kreisrunder Umfang an einer Stelle in Form einer sog. Nocke ausgebaucht ist. Wenn bei der Rotation der Achsen und Räder diese Nocke unter die Ventilstange st gelangt (wie die linke Nockenscheibe in Fig. 3), so drückt sie diese hinauf und hält hierdurch das Ventil so lange offen, als sich die Nocke unter der Stange befindet. Man hat es somit in der Hand, durch entsprechend lange Nocken die Zeit der Ventilöffnung beliebig lang zu machen.

Während des ersten Kolbenganges nach abwärts füllt sich der Zylinder ganz mit dem Gasgemisch. Ein solcher Kolbengang oder Hub von einem Zylinderende zum andern heißt ein Takt. Ihm entspricht eine halbe Umdrehung der Kurbel; es ist also ein Hub gleich dem doppelten Kurbelradius. Während die Kurbel ihren Kreis vollendet, macht der Kolben seinen zweiten Takt: er bewegt sich aufwärts und preßt dabei die im ersten Takte angesaugten Gase zusammen (Kompression). Durch den Druck der Gase wird dabei das Ansaugventil v_1, und ebenso ein auf der andern Seite befindliches Ventil v_2 geschlossen gehalten. Am Ende dieses zweiten Taktes wird das nunmehr zusammengedrückte, gespannte Gas durch eine Stichflamme, durch ein Glührohr, wie es früher üblich war, oder heute wohl ausschließlich durch einen elektrischen Funken entzündet, zur Explosion gebracht; diese ist mit einer neuerlichen plötzlichen und bedeutenden Drucksteigerung verbunden. Der so erreichte Druck war der ganze Zweck der motorischen Einrichtung; denn dieser Druck ists, der, so oft er erzeugt wird, dem Kolben seine Bewegung erteilen wird, indem die zusammengepreßten Gase in ihrem Bestreben sich auszudehnen (Expansion) das einzig

1) (In der Zeichnung der Deutlichkeit halber weggelassen.)

Bewegliche, das ist den Kolben, vor sich herstoßen, nach abwärts treiben. Bei diesem dritten Takt erzeugen also die gespannten Gase schon Arbeit. Durch die Kurbelbewegung wird der Kolben wieder nach aufwärts gezwungen, macht also jetzt den vierten Takt, der nur dazu dient, für die beim nächsten Hub wieder anzusaugenden Frischgase Platz zu schaffen; es werden also die von der Explosion herrührenden Rückstände der Verbrennung vor dem Kolben hergeschoben und schließlich hinausgedrückt. Diese Beförderung (Expedierung) erfolgt zu Beginn des vierten Hubes und wird ermöglicht durch gesteuerte Lüftung des Auspuffventils v_2, dessen Steuerung der vorbesprochenen völlig gleicht. Danach beginnt das Spiel von neuem, nämlich

1. Takt Ansaugen
2. " Zusammenpressen (Komprimieren). Zünden (= Explodieren)
3. " Ausdehnen (Expandieren)
4. " Auspuffen.

Die Anordnung eines ventillosen oder Schieber-Motors ist aus der Fig. 4 zu erkennen.

Man sieht zunächst, daß der Kolben K sich nicht im Zylinder C bewegt; vielmehr lassen sich zwischen beiden zwei zylindrische Schieber i und a auf- und abwärts verschieben. Bei dieser Bewegung gleiten sie an zwei für den Eintritt und Auspuff bestimmten Öffnungen des Zylinders vorbei. Und da sie selbst an den zwei entsprechenden Stellen ihres eigenen Mantels quergeschlitzt sind, werden sie die Zylinderöffnungen je nach ihrer eigenen Stellung ganz oder teilweise frei geben oder abdecken. Mit diesen Schlitzen läßt sich auf solche Weise der Eintritt und der Austritt der Gase vollkommen steuern, und es ist nur noch notwendig, die Bewegung der Schieber mit der der Kurbelwelle zu verbinden. Dies kann z. B. durch eine Kettenübertragung erzielt werden; eine kurze Nebenwelle, parallel zur Kurbelwelle, erhält hierdurch eine Bewegung und dreht sich meist mit halb so großer Tourenzahl als die Kurbelwelle Wie auf dieser

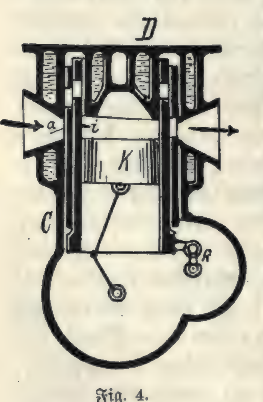


Fig. 4.

sitzt auch auf der Nebenwelle eine kleine Kurbel, die seitlich am Schieber angreift, wie dies für den inneren Schieber *i* bei *k* angedeutet ist.

Es ist ohne weiteres klar, daß zu Beginn des Ansaughubes beide Schieber mit ihren Schlitzen auf der Einlaßseite vor der Zylinderöffnung für den Einlaß stehen müssen und diese somit ganz frei geben; auf der anderen Seite aber muß der Auslaß gedeckt sein. Während der Kompression und Zündung stehen die Schieber so, daß alle beide Zylinderöffnungen gedeckt bleiben. Ebenso während der Expansion; beim Auspuff endlich geben die Schlitze den Zylinderaustritt frei und halten den Eintritt geschlossen.

Es wäre noch zu sagen, daß weder Kolben und Schieber, noch die Schieber untereinander immer die gleiche Bewegungsrichtung haben.

Ob nun die Bauart mit (Kegel-)Ventilen oder die mit Schiebern[1]) vorteilhafter sei, darüber sind die Meinungen eben sehr geteilt. Der Streit hierüber wurde vor kurzem neuerlich entfacht, als i. J. 1908 eines der bedeutendsten englischen Automobilwerke, die Daimler-Motor-Co. Ltd. in Coventry kurzerhand ihre bislang bewährte Type vollkommen verließ und ausschließlich ventillose Schiebermotoren in ihre Wagen einzubauen begann. Sie hatte das Patent eines amerikanischen Erfinders, Knight, erworben und nach gründlichen Versuchen einen recht vollkommenen Motor ausgebaut. Das wesentliche der Bauart läßt sich der schematischen Fig. 4 entnehmen.

Was nun diese Motoren mit Recht auszeichnet, ist zunächst ein nahezu geräuschloses Arbeiten. Der Grund dafür liegt im Wegfall der Ventile. Denn daß bei der im Automobilbau üblichen hohen Tourenzahl das rasch sich wiederholende Niederfallen der Ventilteller auf ihre Sitzflächen ein erhebliches Geklapper verursacht ist, einzusehen und bekannt. Man hat allerdings die Ventilmotoren auch schon so sehr verbessert, daß dieser Lärm bedeutend vermindert werden konnte. Aber da man bei den Schiebermotoren die Tourenzahl noch höher gesteigert hat, kann man wohl sagen, daß sie von den mit Ventilen arbeitenden in diesem Punkte kaum erreicht werden dürften.

---

1) Von Schieber„ventilen" zu sprechen, wie es häufig geschieht, ist nicht zweckmäßig, weil die Bezeichnung: Ventil in der Technik für Schließorgane, die durch seitliche Bewegung eine Öffnung allmählich abdecken, nicht üblich, sondern auf die senkrecht zur Öffnungsebene bewegten Organe eingeschränkt ist.

Durch die eigenartige Ausbildung des den Zylinder oben abschließenden Deckels als eines gewissermaßen feststehenden, gegen die Schieber abdichtenden Kolbens wird ferner ein abgeschlossener Raum geschaffen, in dem sich die Explosionskraft vollkommener ausnützen läßt, weil sich die Gase nicht in Nebenräume verlieren können. Damit hängt die vielgerühmte und wirklich feststellbare Tugend der Elastizität dieses Motors zusammen: man kann nämlich mit der höchsten Geschwindigkeitsstufe ganz langsam fahren, ohne daß der Motor seinen ruhigen und geräuschlosen Gang einbüßte. Die so lästigen und für das Getriebe wenig förderlichen Schaltungswechsel sind daher auf ein äußerstes Maß verringert; die Wagenführung wird dadurch vereinfacht und der Mechanismus gleichzeitig geschont.

Theoretisch konnte man befürchten, daß die Schieber nicht genügend geschmiert werden könnten und infolge des einseitigen Angriffes der Kurbel (oder Exzenter) mit der Zeit „ecken" würden. Durch eine besonders sorgfältige Durchbildung der Ölzufuhr war das erste vermeidbar, und dem letzteren begegnet man durch die langen Führungen der Schieber, die eine stets richtige Bewegung parallel zur Zylinderachse verbürgen.

Wie man aus der Fig. 4 weiter erkennt, sind die Schieber während der Explosion (die gezeichnete Stellung) so hochgezogen, daß ihre Schlitze (in der Fig. 4 links) zwischen dem Zylinder und seinem Deckel stehen, also außerhalb des Explosionsraumes und der schädigenden Wirkung heißer Gase entzogen; überdies zwischen gekühlten Wänden sich selbst abkühlend, was ihre gute Erhaltung erfahrungsmäßig begünstigt.

Der Knight-Motor (und ähnliche ihm nachgebildete Typen) stellen also eine dem Anscheine nach sehr aussichtsvolle Neuerung auf dem Gebiete des Motorbaues dar. Dennoch wäre es vor der Zeit, über seine Zukunft schon jetzt entscheiden zu wollen. Er ist sozusagen noch unter den Händen der Konstrukteure, und wie man schon sagen kann, der besten. Denn nach dem englischen Beispiele haben sich auch andere große Fabriken[1]) entschlossen, den Bau von Motoren nach der von ihnen erworbenen Knight'schen Lizenz aufzunehmen. Dabei wird sich in der nächsten Zeit reichlich

---

1) In Frankreich Panhard & Levassor, in Deutschland die Daimler-Motoren-Ges. zu Untertürkheim, in Belgien die Minerva-Mot. Co. zu Antwerpen und in Italien die Deluca-Daimler Co. zu Neapel.

Gelegenheit geben zu erweisen, ob der Motor wirklich der ihm i. J. 1909 vom Royal-Automobil Klub London verliehenen Dewar-Challenge-Trophy würdig sein wird.

Ein recht anschauliches Bild der Vorgänge im Zylinder gewinnt man durch ein sogen. Druckdiagramm (Fig. 5). Ein System von zwei aufeinander senkrecht stehenden Achsen: auf der horizontalen werden die einzelnen Kolbenstellungen, oder, wenn man will, Kolbenwege aufgetragen; zum besseren Verständnis ist der Zylinder mit einer solchen Kolbenstellung unterhalb der horizontalen Achse dargestellt, der ganzen Zylinderlänge entspricht also OA auf dieser Achse. Jeder Kolbenstellung wird der gleichzeitig im Zylinder herrschende Gasdruck durch eine in dem entsprechenden Punkte errichtete Vertikale „zugeordnet" (koordiniert). Die horizontale Achse OX wird bekanntlich Abszissenachse genannt, die Auftragungen auf ihr heißen Abszissen, die Vertikale OY Ordinatenachse, die Auftragungen Ordinaten, das System heißt Koordinatensystem. In ihm ist jeder Punkt der Ebene durch Angabe seiner vom Anfangspunkt O, dem Achsenschnittpunkte, gemessenen „Koordinaten" genau bestimmt.

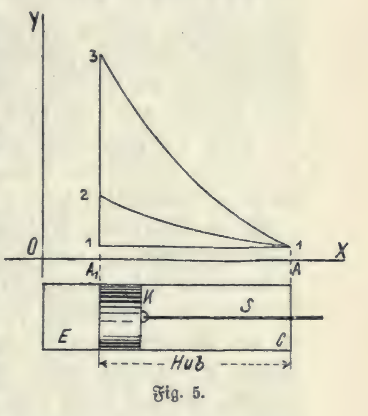


Fig. 5.

Kolbenwege uud Gasdrücke werden in einem bestimmten, gewählten Maßstabe eingezeichnet. Die Gasdrücke erscheinen als Ordinaten von verschiedener Höhe. Verbindet man die Endpunkte aller aufeinanderfolgenden Ordinaten, so erhält man einen Linienzug, die Druckkurve, die es gestattet, die Änderungen des Druckes während aller Vorgänge im Zylinder zu verfolgen und rasch zu überblicken.

Das vorstehende Diagramm ist gewonnen durch Eintragen der verschiedenen bei den einzelnen Kolbenstellungen während der vier Takte einer Umdrehung auftretenden Drücke eines Gas-(Benzin-) Motors. (Der Zylinder ist hier im Gegensatz zur früheren Figur liegend gezeichnet, was am Wesen nichts ändert; die Rechtsbewegung entspricht der früheren Abwärtsbewegung.)

Während des ersten, des Saughubes, Linienzug 11, bleibt der Druck konstant in der Nähe der atmosphärischen Spannung, die

die Einheit für den Druck darstellen soll. Beim zweiten Hub geht der Kolben rückwärts, ebenso die entsprechende Diagrammlinie 12; zudem merken wir, daß die Drücke bis gegen Ende dieses Hubes beständig steigen, — Punkt 2 liegt höher als Punkt 1 — was der Kompression des angesaugten Gemisches entspricht. Vor der neuerlichen Kolbenumkehr erfolgt die Zündung und Explosion, die den Druck plötzlich hinaufschnellen läßt (von ca. 5—6 at[1]) auf 8—13 at). Die Explosion erfolgt bei diesem — freilich nur theoretischen, idealen Prozesse — zeitlos im Totpunkte, d. i. in der einen äußersten Kolbenstellung, und bewirkt die Vorwärtsschleuderung des Kolbens; die Linie 23 ist somit hier ebenso gut zum zweiten wie zum dritten Hube zu zählen; sie setzt sich als die durch 31 abgebildete Expansionslinie fort, an die sich, nach der letzten Wende des Kolbens, 11 anschließt, die Auspufflinie, die den Druckverlauf beim Hinausschieben der Gase abbildet.

Dieses Diagramm läßt noch mehr ersehen, als bloß die Druckänderung, nämlich auch die Arbeitsleistung. Vor allem ist zu bemerken, daß „positive Arbeit" nur während des dritten Taktes, während der Expansion der explodierten, hochgespannten Gase, an den Kolben abgegeben wird. Am Ende dieses Arbeitshubes müßte der Kolben daher ohne anderweitige Einrichtung stehen bleiben. Er hat zwar sein Arbeitsvermögen noch nicht ganz erschöpft, aber seine Fortbewegung könnte nur noch in der gleichen Richtung ein Stück erfolgen, doch wird er daran durch die Zylinderwand und durch das Kurbelgetriebe, die seinen Hub gleichermaßen begrenzen, gehindert. Aus eigenem also könnte er den Rückwärtsgang nie einleiten. Nun ist aber für diesen Zweck ein „Arbeitsspeicher" vorgesehen in Gestalt eines auf der Kurbelachse sitzenden Schwungrades. Wie schon der trefflich gewählte Name andeutet, liegt seine Aufgabe zunächst darin, der Kurbel über den toten Punkt durch einen besonderen Schwung hinüberzuhelfen. Um diese Leistung ausführen zu können, muß das Schwungrad eine entsprechend große Masse erhalten. Wird dieser Masse eine Bewegung erteilt, so nimmt sie auch eine bestimmte Geschwindigkeit an, und nach einem physikalischen Grundgesetze steckt nunmehr in dieser bewegten Masse ein gewisses Arbeitsvermögen, das, abgesehen von dem Einflusse der Geschwindigkeit, umso größer ist, je größer die Masse selbst ist. Es ist daher geboten, möglichst

1) 1 at = 1 Atmosphäre = Druck von 1 kg auf 1 cm².

viel Masse im Schwungrade unterzubringen. Allerdings wird der unbegrenzten Vergrößerung der Masse durch die Forderung möglichst geringen Gewichtes bald eine Schranke gesetzt. Mit dem größeren Gewicht müßte nämlich wieder der Motor stärker und selbst wieder schwerer werden. Die Wirkung des Schwungrades besteht nun einerseits darin, daß es beim Arbeitshub des Kolbens einen Teil der erzeugten Arbeit aufnimmt, um diese sodann in den beiden Totlagen wieder an die Kurbel und durch diese an den Kolben abzugeben.

Doch dient andererseits das Schwungrad auch noch dazu, die Schwankungen in den auf die Kurbel übertragenen Kräften und die damit zusammenhängende Ungleichförmigkeit des Ganges der Maschine auszugleichen. Hierauf soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden.

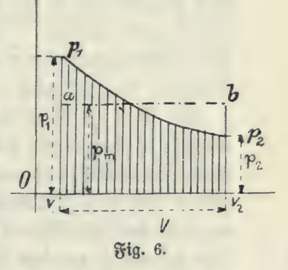


Fig. 6.

Wir wollen jetzt wieder zu unserem Diagramm zurückkehren und sehen, was es uns über die Leistungsfähigkeit des Motors noch zu sagen vermag. Zur Berechnung der Leistung der Maschine erinnern wir uns daran, daß man ganz allgemein jede Arbeit als Produkt aus zwei Faktoren, aus Kraft und Weg, aufzufassen hat. Suchen wir einmal diese beiden Größen für unseren Fall festzustellen. Die Kraft ist rasch gefunden, es ist der auf die Kolbenfläche ausgeübte Gasdruck, also wenn f die Kolbenfläche, in cm^2 ausdrückt, p den Druck in kg auf 1 cm^2 bedeutet, $f \cdot p$ die gesamte ausgeübte Kraft. Der Weg ist nicht minder leicht zu finden. Die Kraft äußert sich ja in der Bewegung des Kolbens, der Kolbenweg S in Metern ist also der für das Produkt Arbeit noch erforderliche zweite Faktor. Somit die Arbeit A:

$A = p \cdot f \cdot S$, wofür wir auch schreiben schreiben können:

$A = p \cdot V$, weil $f \cdot S$, das Produkt aus Kolbenfläche und Hub (Zylinderlänge), gleich dem vom Kolben durchmessenen Zylindervolumen V ist oder bildlich durch ein Rechteck mit den Seitenlängen p und V dargestellt werden kann.

Die Arbeit während eines Kolbenhin- und -herganges (oder währnd einer Kurbelumdrehung) läßt sich nun sofort aus dem Diagramm ablesen. Nehmen wir z. B. eine beliebige Druckkurve (Fig. 6); auf der Abszissenachse stellen Ov_1 und Ov_2 die Kolbenwege, oder gleich die nur durch den konstanten Faktor f davon

verschiedenen Zylindervolumina dar; die in v_1 und v_2 errichteten Senkrechten seien die in diesen Stellungen herrschenden Drücke p_1 und p_2. Dann ist die schraffierte Fläche $p_1\ p_2\ v_2\ v_1$ ein Maß der bei dieser Druckänderung erzeugten Arbeit. Beweis: Die genannte Fläche können wir in ein inhaltsgleiches Rechteck über derselben Basis $v_1\ v_2$ verwandeln, es sei dies $a\ b\ v_2\ v_1$ mit der Höhe p_m; p_m erscheint somit als jener mittlere Druck, der während der Bewegung des Kolbens von v_1 nach v_2 konstant auf den Kolben wirken müßte, um eine Arbeit von der Größe $p_m \times V$ auf den Kolben zu übertragen. V ist dabei das vom Kolben durchlaufene Zylindervolumen. Diese Fläche $a\ b\ v_2\ v_1$ ist aber so groß wie die Fläche $p_1\ p_2\ v_2\ v_1$, demnach ist auch $p_1\ p_2\ v_2\ v_1$ — die schraffierte Fläche — wie es früher hingestellt wurde, ein Maß der Arbeit auf dem Wege $v_1\ v_2$, aber jetzt bei Änderung des Druckes von p_1 nach p_2.

Die hier gezeichnete Druckkurve deutet ein Sinken des Druckes an. Nur bei einer solchen Druckabnahme erfolgt eine positive Arbeitsübertragung auf den Kolben. Denn wie eine gespannte Feder hat das gespannte Gas eine bestimmte Arbeitsfähigkeit, eine in ihm steckende Energie, die potentiell genannt wird. Sie kann sich jederzeit in die Energie einer Bewegung (Kinetische E.) umsetzen, aber die Spannung wird dabei natürlich eingebüßt. Man denke z. B. auch an das beliebte Knabenspielzeug, die Gummischleuder. Die Gummischnur muß erst wieder durch Muskelkraft gespannt werden, um neuerlich arbeitsabgebend wirken zu können. Es ist nunmehr auch einzusehen, daß bei einer Drucksteigerung der Kolben unseres Motors keine Arbeit leistet, sondern eine solche beansprucht. Wir haben schon erfahren, daß das Schwungrad diesem Anspruch gerecht zu werden hat. Die Anwendung auf das ideale Diagramm der Viertaktmaschine ist leicht. Es ist sofort klar, daß eine positive Arbeitsleistung nur während der Expansion stattfindet, wobei der Druck von der Explosionsspannung bis zur Auspuffspannung herabfällt; die entsprechende Leistung zeigt die Fläche A_1 31 $A\ A_1$ an (Fig. 5). Die zur Kompression notwendige Arbeit, die vom Kolben aufgenommen werden muß, ist, als negativ, von der ersten abzuziehen; die Differenz beider Flächen, also die Fläche 123, erst gibt das Maß der Gesamtleistung während einer Umdrehung.

Für die „Leistungsbestimmung" ist noch die Zeit maßgebend,

auf die sich die Arbeit erstreckt. Als Maßeinheit für die Leistung wurde 1 Sekundenkilogrammeter (kgm/sek) aufgestellt, also die Arbeit einer Kraft, die imstande ist, 1 kg in 1″ 1 m hoch zu heben. Für technische Zwecke wurde noch eine höhere Einheit eingeführt, indem 75 kgm/sek zu 1 Pferdekraft (HP oder PS) zusammengezogen wurden. Ist also im Diagramm der Druck in kg, der Kolbenweg in m aufgetragen, so braucht man nur den Inhalt der Arbeitsfläche, sei es rechnerisch oder durch geeignete Apparate (Planimeter) zeichnerisch, zu ermitteln, um die Leistung pro Umdrehung in kgm zu erhalten. Durch Division mit 75 erscheint die Leistung in PS ausgedrückt. Und da die Kurbel in 1 Minute z. B. n Touren, der Kolben 2 n Hübe, in 1 Sekunde also $\frac{2n}{60}$ Hübe, aber nur $\frac{2n}{4.60}$ Arbeitshübe macht, wird die Arbeit in der Sekunde $\frac{2n}{4.60}$ mal geleistet.

Wir haben bisher immer nur den Viertakt in *einem* Zylinder betrachtet und dabei gesehen, daß auf vier Kolbenhübe *ein einziger* Arbeitshub entfällt. Das ist freilich sehr wenig, und überdies müssen wir noch Arbeit ins Schwungrad stecken, damit die Maschine auch während der drei anderen Hübe ungehemmt weiter arbeiten könne. Auch wird man einsehen, daß eine derartige Maschine unmöglich gleichmäßig arbeiten kann, weil die Kurbel nur alle vier Takte einen Stoß erhält, der selbst wieder während dieses Taktes seine Stärke verändert. Allerdings war im Schwungrad ein Mittel gefunden, auch diese Ungleichförmigkeit und Stoßwirkung zum Teile auszugleichen. Wollte man dies aber in vollkommener Weise durch das Schwungrad erzielen, so müßte dieses viel zu groß und schwer ausfallen.

Bei Rädern und kleinen Wagen werden diese Stöße wegen der kleinen Abmessungen und Kräfte noch nicht zu bedenklich, bei größeren dagegen muß man dem Anwachsen dieser Stöße unbedingt wirksam begegnen, weil sonst alle Teile des Motors und des Wagens, alle Verbindungen und Federn viel zu stark in Anspruch genommen und zu rasch abgenutzt würden, schließlich auch darum, weil sich sonst die Erschütterungen in einer für den Fahrer unerträglichen Weise geltend machen würden.

Man ist daher bald auf das naheliegende Mittel verfallen, die Zahl der Zylinder zu vermehren, zunächst auf 2, dann auf 3, und ist heute allgemein bei 4 Zylindern angelangt. In den letzten

Jahren hat auch der Sechszylindermotor (s. Fig. 7) wegen der hier erreichbaren vollkommenen Gleichförmigkeit namentlich bei

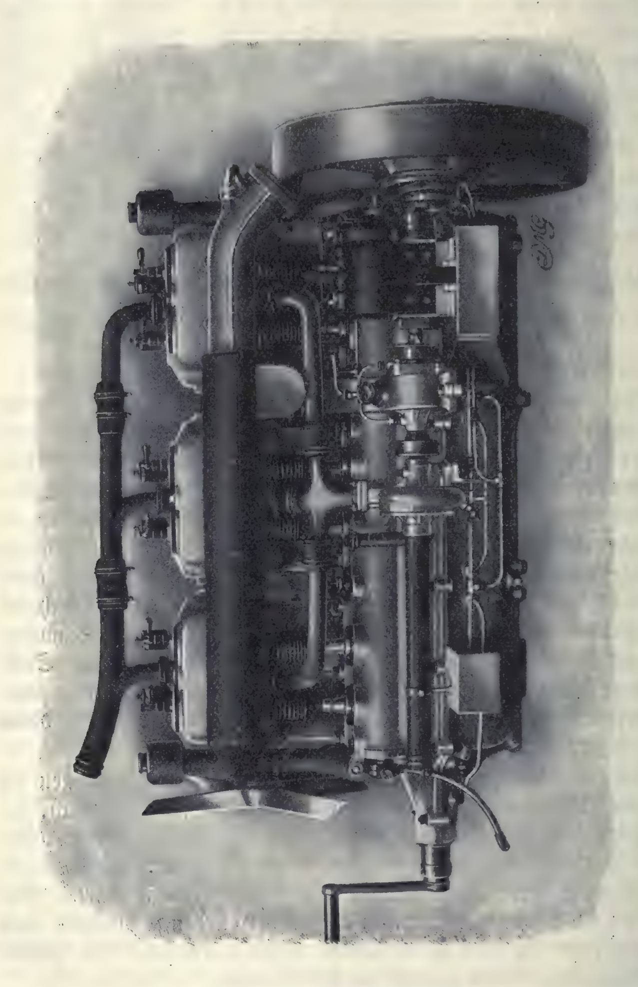


Fig. 7. Sechszylindermotor eines Mercedes-Wagens der Daimler-Motoren-Ges. in Stuttgart-Untertürkheim. Die Zylinder sind paarweise zusammengegossen. Oben: die Rückleitung zum Kühler; links vorn: der Ventilatorflügel, darunter die Andrehkurbel; rechts: vor dem letzten Zylinderpaar der Magnet, hinten: das Schwungrad.

großen Touren- und Luxuswagen einige Beliebtheit errungen, ohne jedoch den Vierzylinder aus seiner Vorzugsstellung verdrängen zu können. Die Zahl der Zylinder über 6 zu steigern — man

ist selbst bis zu 32 gegangen — ist weder theoretisch noch praktisch begründet. Bei 2 und 4 Zylindern sind dann die Kurbeln um 180° gegeneinander versetzt, so daß die Kolbenbewegungen in je 2 Zylindern einander immer entgegengesetzt sind. Ist also z. B. ein Kolben am Ende der Expansion, so erfolgt im benachbarten Explosion; die Arbeit, die früher das Schwungrad besorgen mußte, übernimmt jetzt wieder der Gasdruck zum Teil — das Schwungrad kann umso leichter ausfallen. Natürlich ist auch die Gleichförmigkeit des Ganges größer als bei 1 Zylinder. Denn wir haben bei 4 Zylindern z. B. auf jeden Takt einen Arbeitshub, freilich immer in einem anderen Zylinder; aber da die Kolben und Kurbeln aller vier Zylinder gemeinsam auf eine einzige, vierfach gekröpfte Welle arbeiten, erhält diese nunmehr bei jedem Takte einen Impuls, während dies bei 1 Zylinder nur einmal auf vier Takte erfolgte (Fig. 8).

Fig. 8.

Es gibt aber noch ein anderes Mittel, um selbst in einem einzigen Zylinder die Zahl der auf *eine* Kurbelumdrehung entfallenden Arbeitstakte zu vermehren. Das geschieht beim sogenannten *Zweitakt*.

Obwohl man bei den heutigen Automobilen solchen im Zweitakt arbeitenden Motoren nur noch ganz vereinzelt begegnen wird, ist es dennoch geboten, daß wir uns auch mit der Arbeitsweise dieser Maschinen vertraut machen; denn die Einbürgerung dieser Motore kann nur eine Frage der Zeit, und voraussichtlich keiner allzu fernen, sein, aus später zu erörternden Gründen.

Zunächst: was versteht man unter einem Zweitakt? Es ist aus dem Worte zu lesen: auf je zwei Takte oder Hübe des Kolbens, also auf *eine volle Umdrehung der Kurbelwelle kommt ein Arbeitshub*, während beim Viertakte zwei volle Kurbeldrehungen für einen einzigen solchen Arbeitshub gemacht werden mußten. Der Vorteil liegt hier schon auf der Hand. Begreiflicherweise kann ein gewöhnlicher Zylinder, wie wir ihn bisher verwendet hatten, für diesen Fall nicht genügen; tatsächlich ist auch der Zweitakt-Zylinder der geänderten Arbeitsweise vollkommen angepaßt. Die Vorgänge selbst spielen sich allerdings wie in der früheren Weise ab, wir können hier genau wieder die einzelnen Perioden des Ansaugens, Komprimierens, Explodierens, Expandierens und Auspuffens unterscheiden, nur daß sie jetzt auf zwei

Hübe zusammengedrängt worden sind. Wie wird das Kunststück zuwege gebracht?

Bei den Betrachtungen über den Viertakt ist zu bemerken gewesen, daß der Gasaustritt und alle danach folgenden Vorgänge sich immer auf derselben Kolbenseite abgespielt haben. Wenn wir die der Kurbel zugekehrte Seite des Kolbens die äußere, die ihr abgewandte die innere nennen wollen, so kann man sagen, daß an allen Vorgängen im Zylinder bisher nur diese innere Kolbenseite beteiligt war; die äußere kam dafür überhaupt nicht in Betracht. Derartig arbeitende Maschinen heißen einfach wirkend. Es ist begreiflich, daß man beim Zweitakt auch die äußere Kolbenseite zur Arbeit wird heranziehen müssen, um die Vorgänge auf beide Seiten zu verteilen. Wollte man das auch für den Viertakt machen, so würde sich eine bedeutende Komplikation des Mechanismus ergeben, da man die Steuerungsorgane (Ventile, Gestänge, Nockenwellen) verdoppeln müßte. Beim Zweitakt aber fällt dieser Nachteil glücklicherweise aus dem Grunde weg, weil hier die Steuerung auf eine ganz andere Art erfolgt.

Sehen wir uns nun einmal die schematische Darstellung eines solchen Motors an (Fig. 9). *b c d e* ist wieder ein zylindrischer Raum, in dem sich wie früher ein dicht schließender Kolben auf- und abbewegen kann. Links bei *A* mündet ein Rohr, durch das die verbrannten Gase nach beendetem Prozesse austreten. Von einem Auslaßventil ist nichts zu bemerken, es ist auch keines nötig, der Kolben selbst wird seine Funktion übernehmen. Links bei *E* tritt das frische Gasgemisch ein, sobald das hier eingebaute Einlaßventil *v* gehoben ist. Die Betätigung dieses Ventils erfolgt ganz wie bisher durch eine Nockenscheibe; diese sitzt auf einer Welle w_2, die von der Kurbelwelle w_1 getrieben wird, z. B. wie hier angedeutet, indem auf beiden Achsen Zahnräder sitzen, über die eine Kette läuft. Da hier der Prozeß schon nach einer Kurbeldrehung zu Ende ist, also nach jeder solchen Drehung frisches Gas in den Zylinder treten muß, wird das Ventil bei jeder Drehung auch einmal gehoben werden müssen; daraus folgt, daß sich die Nockenwelle so schnell drehen muß, wie die Kurbelwelle, d. h. eine Übersetzung von 1 : 1 stattfinden muß.

Als wesentliche Neuerung erkennen wir das rechts angedeutete sog. Umlaufrohr *U*. Es hat eine obere und eine untere Einmündungsstelle in das Zylinderinnere. Die untere Mündung gegen den Zylinderraum ist immer frei, also auch bei der tiefsten Kolben

stellung, die punktiert eingezeichnet ist. Verfolgen wir die Bewegung von dieser Stellung an. Erster Takt: Der Kolben beginnt seinen ersten Hub nach aufwärts. In diesem Moment muß die Nockenscheibe unter die Ventilstange treten und das Ventil somit heben. Das Zuleitungsrohr *E* ist natürlich mit der Brennstoffquelle, dem Vergaser, in Verbindung. Bei offenem Ventil kann also infolge der gleichzeitig beginnenden Saugwirkung Gasgemisch unter den Kolben treten. Dieses Gemisch erfüllt auch die, hier geschlossene, Kurbelkammer *K* und weiter das Umlaufrohr *U*. Gleich nach Beginn des Aufwärtsganges überdeckt der Kolben die obere Öffnung dieses Rohres, so daß die beiden durch den Kolben getrennten Zylinderräume miteinander nicht verbunden sind. Die obere Öffnung wird auch während dieses ganzen ersten Hubes dauernd durch den Kolben verschlossen gehalten. Der Kolben muß eben so lang sein, daß das möglich ist. Nun sind wir an der obersten Kolbenstellung angelangt. Es beginnt der zweite Takt, die Abwärtsbewegung. Dabei drückt der sinkende Kolben die im ersten Takte angesaugten Gase unter sich zusammen; durch diesen Druck bleibt auch das Ventil *v* auf seinen Sitz angedrückt. Im letzten Teile dieses Hubes gelangt der Kolben so tief, daß seine obere Begrenzung auf ganz kurze Zeit die obere Mündung von *U* freigibt. Es werden also in diesem Moment die gespannten Gase zum Teil in den Raum über dem Kolben übertreten können. Diese beiden Takte wiederholen sich von nun an im unteren Raume fortwährend in gleicher Folge.

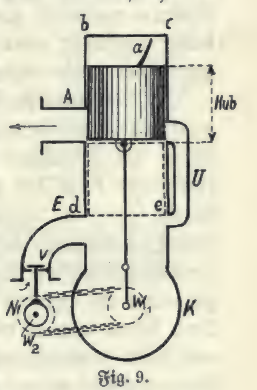


Fig. 9.

Gleichzeitig spielen sich im Raum über dem Kolben die beiden anderen ergänzenden Vorgänge, ebenfalls in zwei Takten und zwar auf folgende Weise ab.

Am Ende des zweiten unteren Taktes war in den oberen Raum schon komprimiertes Gasgemisch gelangt. Dieses wird beim Aufwärtssteigen des Kolbens noch stärker zusammengedrückt und, wenn der Kolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat, gezündet und zur Explosion gebracht; die Spannkraft der explodierten Gase stößt nun wieder den Kolben abwärts. Hierbei ist, wie die Zeichnung zeigt, anfangs, sowohl der Auslaß bei *A* als auch die obere Öffnung von *U* geschlossen. Beide werden aber im Laufe des Nieder-

gehens nach einander vom Kolben freigegeben; es können dann einerseits die verbrannten, teilweise nicht mehr gespannten Gase im zweiten Teile dieses Taktes durch *A* entweichen, und andrerseits treten auch die vom Kolben unten vorkomprimierten Gase im letzten Augenblicke aus der Unterkammer in den Raum über dem Kolben. Eine etwaige Vermengung dieser Frischgase mit Verbrennungsresten wird vermieden durch einen dem Kolben aufgesetzten schaufelförmigen Abweiser *a*.

Diese Vorgänge, die nur umständlich zu beschreiben sind, erscheinen vielleicht auch komplizierter als die übersichtlichen Viertakte; einfacher aber ist zweifellos der Bau des Zweitaktmotors gegenüber dem viertaktigen.

Der bedeutendste Vorteil des Zweitaktmotors ist vor allem die ganz erhebliche Gewichtsersparnis im Vergleich zum Viertaktmotor. Denn bei Gleichheit der Abmessungen und des Gewichtes eines Zylinders kann der Zweitaktmotor eine größere Leistung abgeben. Wenn schon im Automobilbau jede solche Gewichtsersparnis einen Schritt vorwärts bedeutet, weil ja dann der Motor bei gleicher Leistungsfähigkeit schwächer werden kann, so ist die Luftschifftechnik geradezu angewiesen auf Motore mit denkbar kleinsten Gewichten. Und schon darum wird man sich bald allgemeiner und intensiver mit dem Zweitakt und seiner konstruktiven Durchführung beschäftigen müssen als es bisher geschehen ist. In ihm dürfen wir wohl den Zukunftsmotor für Automobil und Luftschiff erblicken. Vorläufig hat er freilich noch einen schweren Kampf mit dem konstruktiv schon so vervollkommneten und überdies bewährten Viertaktmotor auszutragen.

Selbstverständlich kann auch der Zweitaktmotor nicht nur als Einzylinder, sondern ebensogut als Zwei-, Drei- und Vierzylinder ausgebaut werden. In diesen Fällen sind dann natürlich auch dieselben Vorteile zu erwarten wie beim Viertaktmotor.

2. Kapitel.

Die Energiequelle. (Der Vergaser.)

Wir haben bisher noch nicht danach gefragt, woher der Motor denn eigentlich seinen Triebstoff nimmt. Wir wissen nur, daß bei Explosionsmotoren allgemein Benzin verwendet wird, obgleich auch andere Flüssigkeiten, namentlich Spiritus, geeignet wären. Aber bleiben wir bei dem verbreitetsten, dem Benzin. Dieses muß natür-

lich auf dem Wagen mitgeführt werden. Also ist ein eigenes Reservoir nötig, das groß genug ist, auch für längere Fahrten reichende Benzinmengen aufzunehmen. Aber auch die Erneuerung des Vorrates bietet heute schon keinerlei Schwierigkeiten mehr; Benzin ist fast überall, wo Automobilisten hinkommen, zu haben, so daß das leergewordene Reservoir rasch nachgefüllt werden kann.

Nun gelangt aber das Benzin natürlich nicht direkt aus dem Reservoir in den Zylinder; so wäre es völlig unbrauchbar. Es ist schon angedeutet worden, daß es eines besonderen Organes bedarf, in dem es verdampft und mit Luft gemischt, mithin überhaupt erst explosibel gemacht wird. Dieser Vorgang vollzieht sich im Vergaser oder Karburator; erst dann gelangt das Gemisch direkt in den Zylinder.

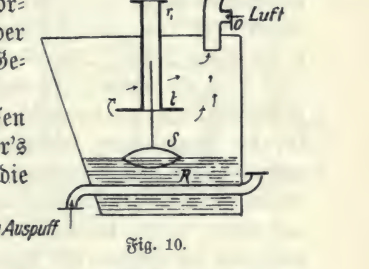


Fig. 10.

Was der Vergaser zu tun hat, wissen wir jetzt; nun wollen wir sehen, wie er's macht. Zunächst handelt sich's um die Verdampfung des Benzins. Die ist zur innigen Mischung mit Luft nötig. Da sind zwei Wege möglich; entweder man benutzt die Eigenschaft des Benzins, schon bei gewöhnlichen Temperaturen leicht zu verdampfen, und bietet ihm zu diesem Zwecke nur eine entsprechend große Oberfläche: dann haben wir einen Oberflächenvergaser vor uns; oder man sucht dieselbe Wirkung künstlich zu beschleunigen und zu vergrößern, indem man das durch dünne Röhrchen angesaugte Benzin zwingt, sich zu zerstäuben, zu verspritzen: dann ist's ein Spritzvergaser. Diese beiden Ausführungstypen sind im Gebrauch.

Oberflächenvergaser. (Fig. 10.) Er stellt die ältere Konstruktion dar und zeichnet sich durch ganz besondere Einfachheit aus. Von außen gibt er sich als großer, trapezartiger Behälter. Ein Blick ins Innere zeigt, daß er Vergaser und Benzinreservoir zugleich ist. In seinem unteren Teil ist nämlich Benzin in bestimmter Menge angesammelt. An der Oberfläche dieser Flüssigkeit geht eine ununterbrochene Verdampfung vor sich. Die zur Gemischbildung erforderliche Luft tritt durch ein oben aus dem Gefäße ragendes Rohr r_1 ein und verläßt dieses Rohr unterhalb und längs der tellerförmigen Verbreiterung t. Diese Platte soll immer in dem gleichen nahen Abstande (ca. 15 mm) über der je-

weiligen Benzinoberfläche schweben, muß also bei sinkendem Benzinstande auch gesenkt werden. Den jeweiligen Benzinstand zeigt ein Schwimmer an, d. i. ein aus zwei gegeneinander gekehrten Becken bestehender, lufterfüllter Hohlkörper, der auf dem Benzin schwimmt und eine durch die Luftröhre gehende Stange trägt. Sinkt also das Benzin, so sinkt der Schwimmer, und die Stange bewegt sich in der Röhre abwärts; diese muß dann nachgeschoben werden, bis wieder der frühere gegenseitige Abstand erreicht ist. So ist stets eine innige Vermengung der Luft mit Benzindämpfen gesichert. Das solcherart zustandekommende Gemisch steigt seitlich an dem Plattenrande aufwärts und wird durch ein zweites im Gefäße eingesetztes Rohr r_2 in den Zylinder gesaugt. Auf diesem Wege findet eine neuerliche Luftzufuhr durch das seitlich in r_2 mündende Rohr o statt. Die Menge dieser Zusatzluft kann nach Bedarf geregelt werden, so daß hierdurch in gewissen Grenzen die Gemischbildung veränderlich wird. Dies ist, wie sich zeigen wird, für die Regulierung des Motors notwendig. Um die Verdampfungsfähigkeit des Benzins, namentlich bei kalten Außentemperaturen, steigern zu können, wird es durch ein Rohr R erwärmt, das unten mitten durch die Flüssigkeit gelegt und von heißen Auspuffgasen durchströmt ist. Durch eine Absperrvorrichtung kann dieses Rohr auch ausgeschaltet werden, wenn man auf die Vorwärmung verzichten kann.

Spritzvergaser. (Fig. 11.) Diese haben die Oberflächenvergaser trotz deren Einfachheit allmählich ganz verdrängt. Äußerlich ist sofort zu bemerken, daß hier das Benzinreservoir von dem eigentlichen Vergaser auch räumlich getrennt ist. Danach bestehen diese Vergaser aus zwei Teilen, der Schwimmerkammer und dem Zerstäuberraum. Links erkennt man die Schwimmerkammer, die, selbst ein kleines Reservoir, mit dem eigentlichen Hauptreservoir durch das untere Zuflußrohr v verbunden ist. Wichtig ist, daß sich das Niveau in dieser Kammer selbsttätig nach dem jeweiligen Verbrauch reguliert. Dies geschieht durch ein feines, sog. Nadelventil n, gebildet durch die konische Spitze einer senkrecht verschiebbaren Spindel S. Die Spindel ist durch einen hohlen Schwimmkörper K (aus Messing- oder Kupferblech) durchgesteckt. Die Niveauregulierung geht nun auf folgende, zweifellos als sehr geistreich zu bezeichnende Weise vor sich: sinkt das Niveau des Benzins in der Kammer (z. B. infolge größerer Benzinentnahme, schnellerer Fahrt usw.), so geht der Schwimmer mit herab und drückt dabei auf zwei kleine

Winkelhebel $h_1 h_1$; diese drehen sich um die zwei symmetrisch zur Spindelachse liegenden Punkte *o o* und greifen mit je einem kurzen Arm unter einen Wulst der Spindel. Dabei hebt sich die Spindel und ihre Spitze tritt aus der kleinen, bisher verschlossenen Öffnung bei *n* heraus. Nunmehr kann wieder Benzin vom Reservoir durch den Kanal *v* und das Reinigungssieb *P* in die Kammer gelangen, bis das frühere Niveau wieder erreicht wird. In diesem Augenblicke hebt sich auch der Schwimmer, gibt die Hebel frei und die Spindel schließt wieder die Öffnung bei *n* ab.

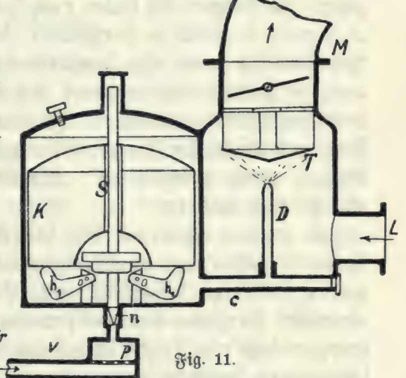


Fig. 11.

Ein Kanal *c* verbindet nun Schwimmerkammer und Zerstäuberraum, der seinerseits wieder eine Verbindungsleitung *M* zum Zylinder hat. Der Kanal *c* selbst ist in eine Düse ausgezogen, das ist ein Röhrchen mit zugespitzter enger Austrittsöffnung. Schwimmerkammer und Düse bilden auf diese Weise „kommunizierende Gefäße", und die Erhaltung eines immer gleichen Niveaus in der Kammer verbürgt den gleichen Stand in der Düse, die stets ganz gefüllt sein soll. Ihr oberer Öffnungsrand gibt daher die Höhe des in der Kammer zu erhaltenden Niveaus an. Der beim Saughub aus der Düse gezogene Flüssigkeitsstrahl stößt gegen einen ihm entgegengerichteten konischen Teller *T* und zerstäubt daran in lauter feinste Bläschen. Gleichzeitig tritt aus dem seitlichen Rohre *L* ein gewöhnlich warmer Luftstrom in den Vergaser und mischt sich mit dem fein verteilten Benzinnebel. Durch Änderung der Luftzufuhr kann wieder die Qualität des Gemisches verändert werden. Das Quantum des in den Zylinder einzulassenden Gemenges kann man durch eine Drosselklappe ändern, die in das schon erwähnte Rohr *M* eingebaut ist und eine teilweise oder gänzliche Verstellung des Leitungsquerschnittes gestattet. Man kann also auch dies Rohr ganz absperren und so jeden Gaszufluß zum Zylinder verhindern, wodurch der Motor zum Stillstand kommen muß. Die Zwischenstellungen zwischen „ganz offen" und „ganz geschlossen" entsprechen dann ebensovielen Zwischenstufen der Geschwindigkeit des Motors,

der natürlich mit mehr Brennstoff mehr Kraft und somit auch eine höhere Geschwindigkeit entwickeln kann.

Der Vergaser soll dem Motor die erforderliche Brennstoffmenge in der stets gleichen, günstigsten Zusammensetzung liefern. Nun zeigt es sich, daß eine Änderung der Tourenzahl des Motors das Mischungsverhältnis im Vergaser verändert; bei steigernder Tourenzahl wächst die Saugkraft des Motors oder — was dasselbe ist — sinkt der Druck (Unterdruck, Depression) im Düsenraum des Vergasers, es steigert sich daher auch der Zufluß von Benzin und Luft, aber nicht in gleichem Verhältnis: der Benzinzufluß wächst rascher; das Gemisch wird also benzinreicher als es sein soll. Zur Regelung muß man also entweder den Benzinzufluß hemmen oder der Luft den Zutritt erleichtern. In der Regel wählt man den letzteren Weg und macht die Eintrittsöffnung der Luft verstellbar (Schieber, Klappe, Hahn oder Ventil). Die Betätigung dieser Absperrorgane obliegt dem Fahrer.

In neuerer Zeit hat sich das Bestreben geltend gemacht, die Gemischregulierung unabhängig vom Fahrer durch den Vergaser selbst zu bewerkstelligen. Solche Vergaser sind als „automatische" Vergaser bezeichnet worden. Es ist von vornherein einzusehen, daß eine solche Belastung des Vergasers mit einer neuen schwierigen Aufgabe nur zu immer komplizierteren Konstruktionen führen kann. Daß dabei infolge der notwendigen Empfindlichkeit der einzelnen Organe und bei ihrer großen Subtilität eine Beschädigung und somit das Versagen der Zusammenwirkung nur zu leicht eintritt, wird niemand wundern. Dennoch sind äußerst scharfsinnig erdachte, auf theoretischen Erwägungen fußende Konstruktionen ausgeführt worden, auf deren Bau hier nicht eingegangen werden kann.[1])

Als Forderung wird auch hier immer aufzustellen sein, daß das Gasgemisch bei jeder Tourenzahl konstant und zwar in jenen Grenzen gehalten wird, die der günstigsten Verbrennung entsprechen. Fast allgemein wird dies durch Luftregulierung, selten durch die Benzinzufuhränderung erreicht. Es wird in diesen Vergasern die Luftzufuhr in eine konstante und eine veränderbare zerlegt und die Regulierung dieser zweiten, der Zusatzluft, von der Tourenzahl

1) Für eingehendere Darstellungen dieses interessanten Kapitels sei verwiesen auf die einschlägigen Abhandlungen in den Jahrgängen 1903, 1904 u. ff. der Zeitschrift: „Der Motorwagen". Verlag M. Krayn. Berlin.

des Motors abhängig gemacht. Dabei übernimmt der mit der Tourenzahl in der gezeigten Weise zusammenhängende Unterdruck im Vergaser selbst die Aufgabe, die oben erwähnten Absperrorgane (hier in der Zusatzluftleitung) zu verstellen. Mit dieser Andeutung des leitenden Gedankens müssen wir uns hier begnügen. (Siehe auch 9. Kapitel: Die Regulierung, S. 75 und 76.)

3. Kapitel.

Die Zündung.

Das empfindlichste Organ des Motors und dabei mit der wichtigsten Funktion betraut — das ist die Zündvorrichtung. Immer handelt es sich bei den heute gebräuchlichen Automobilgasmotoren darum, im Explosionsraume einen kräftigen, heißen Funken, oder besser eine Reihe solcher zu erzeugen, die imstande sind, das am Ende des zweiten Hubes bis auf ca. 5 at komprimierte Gasluftgemisch zu entzünden, zur Explosion zu bringen. Ohne diesen Funken kann es keine Bewegung geben; ohne ihn ist die ganze Maschine, und wäre sie noch so gut konstruiert, und hätte sie unerschöpfliche Brennstoffvorräte, dennoch leblos, amobil; er erst macht sie zur automobilen. Es ist daher begreiflich, daß sich der ganze Scharfsinn der Erfinder auf dieses wichtige Problem konzentrierte, so daß eine unaufzählbare Menge von Zündmechanismen erdacht worden ist.

Sieht man von den heute im Automobilbau vollständig verlassenen Zündungen mit Glührohr oder mit Stichflamme ab, so bleibt als alleinherrschende die elektrische übrig. Die elektrischen Zündungen nun gliedern sich in zwei Gruppen je nach der Art der Stromerzeugung, die der Batterie- und die der Magnetzündungen. In jeder dieser Gruppen ist wiederum die Unterscheidung nach der verschiedenen Art der Funkenbildung als Lichtbogen-, (Kerzen-) und als Abreißzündung begründet.

Bevor wir auf die Besonderheiten jeder dieser Arten näher eingehen, wollen wir uns kurz mit dem allen zugrundeliegenden Prinzipe bekannt machen.

Im Zylinder befindet sich am Ende des zweiten Hubes — gewöhnlichen Viertakt vorausgesetzt — das gepreßte Gemisch von Benzindampf und Luft in einem zur Explosion geeigneten Mischungsverhältnisse, also ungefähr 90 Teile Luft zu 10 Teilen Benzin. Zur Herbeiführung einer Explosion dient ein elektrischer Funken,

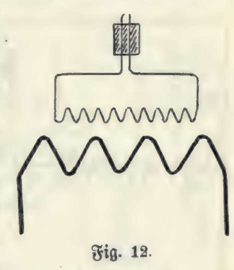
der zwischen zwei in den Explosionsraum hineinragenden Metallspitzen, den sog. Elektroden, zum Überspringen gebracht werden muß. Zwischen diesen mit irgendeiner Stromquelle verbundenen Elektroden muß demnach eine elektrische Spannung erzeugt werden, die groß genug ist, den Luftwiderstand zwischen den Spitzen zu überwinden, d. h. durch einen Funken zu überbrücken (ganz ähnlich wie bei der allbekannten Elektrisiermaschine). Den hierzu erforderlichen elektrischen Strom entnehmen wir einer Batterie oder Akkumulatoren oder gar einer kleinen Dynamomaschine (Generator).[1]) Im allgemeinen wird jedoch der von einer der hier verwendbaren Stromquellen erzeugte Strom noch nicht jene hohe Spannung an den Elektroden liefern können, die notwendig ist, um einen zündfähigen Funken zu geben. Es wird darum dieser Strom gewöhnlich noch in eigenen Apparaten, Umformer oder Transformatoren genannt, auf die erforderliche Spannung gebracht, „transformiert". Daß die Spannung beträchtlich sein muß, beruht darauf, daß das zur Explosion zu bringende Gemisch unter einem vielmal höheren als dem atmosphärischen Drucke steht, und daß erfahrungsgemäß in demselben Verhältnis wie die Gasdichte auch die zur Entzündung nötige Spannung wächst. Überdies muß ja die Spannung auch dann noch hinreichend groß sein, wenn die Batterie, was leider bald eintritt, nachläßt. Bei den später besprochenen Kerzenzündungen beträgt die transformierte Spannung ca. 15000 Volt; bei Abreißzündungen genügen aus noch zu erörternden Gründen bedeutend niedrigere Spannungen.

Solche Spannungen zu erzeugen, benutzt man die als Induktion bekannte Eigenschaft des elektrischen Stromes. Wenn nämlich in irgendeinem Leiter ein elektrischer Strom auftritt oder verschwindet, kurz bei jeder Änderung des elektrischen Zustandes in diesem Leiter, entsteht in einem bisher stromlosen Nachbarleiter ebenfalls ein Strom, der induzierter Strom heißt. Die Erscheinung führt den Namen Induktion.

Die Form der Leiter ist zunächst für das Auftreten der Induktionswirkung gleichgültig. Es hat sich aber folgendes gezeigt: wenn man beide Leiter in Form von Spiralen mit verschiedenen Windungszahlen wickelt, so stehen die Spannungen des induzierenden und des induzierten Stromes zueinander nahezu im selben Verhältnis wie die Zahl der Leiterwindungen. Der indu-

1) Näheres über diese Stromquellen ist zu finden im II. Abschnitt: Das Elektromobil, 2. Kapitel: Die Stromerzeuger. S. 93.

zierende Strom wird auch als primär, der induzierte als sekundär bezeichnet. Wenn man also dem primären Strom nur wenige Windungen aus kurzem, dickem Drahte, dem sekundären viele Windungen eines langen, dünnen Drahtes gibt, und den primären Leiter an irgendeine Stromquelle schaltet, so hat man es in der Hand, durch beliebige Zahl der Windungen im sekundären Kreise eine entsprechende Spannung hervorzurufen. Man wird (Fig. 12) also für Zündzwecke den sekundären, Hochspannungsstrom zu den Elektroden führen. Um sodann solche induzierte, sekundäre Ströme zu erzeugen, wird man zweckmäßig den beständig im primären Kreise fließenden Strom rechtzeitig unterbrechen.


Fig. 12.

Die Entstehung eines sekundären Stromes ist, wie gesagt, daran gebunden, daß sich der Strom im primären Kreise ändert. Wir müssen da von vornherein zwei Fälle unterscheiden, je nachdem wir es primär mit Wechsel- oder mit Gleichstrom zu tun haben.

Unter Wechselstrom versteht man einen elektrischen Strom, der in jedem Zeitteilchen seine Größe und seine Richtung ändert. Im Gegensatz dazu fließt der Gleichstrom stets in derselben Richtung und seine Größe behält im allgemeinen gleiche Werte.

Daraus sieht man schon, daß es genügen wird, in den primären Kreis Wechselstrom zu senden, um im sekundären Kreis beständig induzierten Strom zu erhalten. Denn da der primäre Wechselstrom, um seine Richtung zu ändern, durch Null hindurchgehen muß, so verschwindet er in diesem Augenblick, was mit einem starken Stromimpuls im Sekundärkreis gleichbedeutend ist. Und das wiederholt sich in einem fort.

Anders liegen die Dinge, wenn primär Gleichstrom zur Verfügung steht. Das Einleiten eines solchen würde für den allerersten Moment einen einzigen Impuls auf die Nachbarwicklung ausüben, und dann bliebe sie wieder stromlos, bis der primäre Gleichstrom unterbrochen wird; auch diese Unterbrechung ist mit einer einmaligen Induktionswirkung verbunden. Will man also einen Induktionsstrom erhalten, so muß man den Gleichstrom eben fort und fort unterbrechen.

Diese Unterbrechung kann mechanisch oder elektromagnetisch bewirkt werden. Ein Beispiel für die mechanische Unterbrechung

bietet die beistehende Figur 13. *P* ist die dickdrähtige Wicklung für den Primärstrom. *S* die dünne vieldrähtige für den sekundären. Der Primärstrom kommt aus einer, konstanten Gleichstrom liefernden Elektrizitätsquelle, z. B. einer Batterie. Im Momente, wo ein Funken im Explosionsraum des Zylinders entstehen soll, wird der primäre Kreis unterbrochen; in diesem Augenblick hebt nämlich eine Nockenscheibe *N* die Feder *f* von dem Kontakte *k* ab. Sofort fließt in die Sekundärwicklung ein Strom, der, bis zur Zündstelle geleitet, dort als Funken zwischen den Elektroden übertritt. Im nächsten Moment hat die Nocke die Feder *f* wieder frei gegeben, diese schnellt in ihre frühere Lage zurück und schließt somit den Primärkreis wieder.

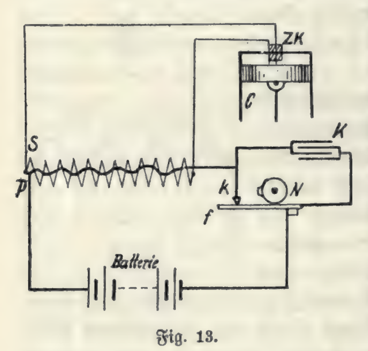


Fig. 13.

So erwünscht der Funke im Sekundärkreis an der Zündstelle ist, so unerwünscht ist er im primären. Dennoch würde er bei dem jedesmaligen Unterbrechen des Stromes unliebsam auftreten, wenn man dies nicht zu vermeiden wüßte. Wir sehen in der Zeichnung zwischen Kontakt und Feder eine kleine Zweigleitung und in ihr einen sog. Kondensator (*K*), gewissermaßen ein Reservoir für abfließende Elektrizitätsmengen.

Im Wesen besteht ein Kondensator aus zwei leitenden Platten irgendwelcher Form und einer nichtleitenden, isolierenden Zwischenschicht. Beim Anschluß an eine Elektrizitätsquelle, wobei jede Platte also mit je einem Pole verbunden ist, strömt die Elektrizität auf jede Platte und gibt dabei ihre Ladung an diese ab. Auf den Platten sammeln sich dergestalt entgegengesetzte Ladungen an, die dem Kondensator eine gewisse Spannung geben. Natürlich kann auch ein Ausgleich dieser Spannungen in Form eines Stromes oder Funkens eine Entladung des Kondensators wieder herbeiführen. In unserem Falle hat der Kondensator die Aufgabe, den sonst bei der Unterbrechung entstehenden Funken zu verhindern; der Strom wird nämlich bei Anwesenheit eines Kondensators seine Elektrizitätsmengen nicht durch einen Funken an der Unterbrechungsstelle entladen, sondern auf dem ihm bequemeren Wege des kleineren Widerstandes nach dem Kondensator fluten und dessen

Platten laden, um dann bei wieder geschlossenen Primärkreise seine Reserven aus der Sackgasse des Kondensators zurückzuziehen und wieder regelmäßig im Kreise zu fließen.

Die 2. Art der Unterbrechung, die elektromagnetische, erläutere die folgende Skizze (Fig. 14). Wieder stellen *P* und *S* die primäre und die sekundäre Wicklung vor; die erstere ist um einen festen Eisenkern gelegt; beim Durchfließen des elektrischen Stromes wird dieser Kern magnetisch und zieht die Feder *f* an. Hierdurch hebt sich diese Feder von dem Kontaktstücke *k* ab und unterbricht somit den Strom. Sowie aber die Spule *P* stromlos wird, verschwindet ihre magnetisierende Wirkung, die Feder fällt von dem jetzt unmagnetischen Eisenkern ab und kommt wieder mit dem Kontakt *k* in Berührung. Damit ist nun der Primärkreis geschlossen, es fließt also wieder Strom durch *P*, der Magnetismus im Kern tritt wieder auf, die Feder fliegt wieder an den Kern, unterbricht den Strom, und so gehts fort und fort. Die Folge dieser „ununterbrochenen Unterbrechungen" ist eine Kette von Induktionsstößen in *S*.

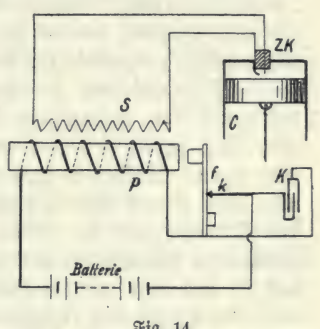


Fig. 14.

Aus den bisherigen Betrachtungen haben wir gesehen, wie ein schon vorhandener Strom von geringer Spannung in einen für Zündzwecke geeigneten höhergespannten verwandelt, transformiert wird. Die folgenden Zeilen sollen der Entstehung des Stromes selbst gelten. Da aber alle diese Stromquellen noch einmal und ausführlicher im Abschnitte über Elektromobile besprochen werden müssen, so sei hier nur das allernotwendigste darüber mitgeteilt.

Batterie und Akkumulatoren. a) Batterie. Den Strom liefert hier eine Reihe von primären galvanischen Elementen. Ein solches Element stellt sich bekanntlich dar als ein mit einer Flüssigkeit, gewöhnlich einer Säure, gefülltes Gefäß, in das zwei chemisch verschiedene Platten, Elektroden genannt, eintauchen. Die bloße Berührung der Platten mit der Flüssigkeit genügt, um an den aus der Flüssigkeit ragenden Plattenenden — den Polen — eine elektrische Spannung hervorzurufen, d. h. eine Ansammlung von Elektrizität zu bewirken, als deren Anzeichen die Spannung sich geltend macht. Stellt man zwischen den Polen eine leitende

Verbindung her, so wird die erzeugte Spannung in Form eines durch das Verbindungsstück fließenden Stromes ausgelöst. Gewöhnlich werden Zink und Kohle als Elektroden benutzt und in verdünnte Schwefelsäure ($H_2 SO_4$) getaucht. Die Flüssigkeit erleidet bei geschlossenem Elemente oder bei hergestellter Polverbindung, eine chemische Zersetzung, Elektrolyse, und führt darum den Namen Elektrolyt. Die an den Polen (oder Klemmen) eines offenen Elementes herrschende Spannung, die als Ursache der Elektrizitätsbewegung in Stromform zu betrachten ist, heißt darum „elektromotorische" Kraft. Bei einem Element der erwähnten Zusammensetzung beträgt sie ca. 1,5 Volt. — Die Aneinanderfügung einer größeren Reihe derartiger Elemente führt zur Batterie.

b) Akkumulatoren. In ihrer Wirkungsweise sind die Akkumulatoren mit den galvanischen Elementen identisch. Der Unterschied aber liegt darin, daß hier die bloße Zusammenstellung von Elektroden und Elektrolyt noch keine elektromotorische Kraft erzeugt, also auch keinen Strom liefert. Vielmehr muß hier erst ein in das Element oder die Zelle gesandter elektrischer Strom die eintauchenden Platten auf elektrochemischem Wege derartig verändern, daß sie nunmehr wie die Elektroden eines Primärelementes wirken und eine Spannung erzeugen können. Die Akkumulatoren heißen aus diesem Grunde Sekundär-Elemente. Sie sind gewissermaßen die 2. Generation der primären Elemente. Der Name Akkumulator soll andeuten, daß in einem gewissen Sinne elektrische Energie erst in diesen Elementen aufgespeichert, akkumuliert wird, die dann, nachdem das Element von Hilfs- und Ladestromquelle abgeschaltet worden ist, als Eigenstrom des geladenen Akkumulators herausfließen kann.

Die Zahl der auf den Markt gebrachten Akkumulataren ist sehr beträchtlich. Im großen und ganzen beruhen die im Automobilbau verwendeten meist auf dem Faure-Typus, so benannt nach dem Erfinder Faure, der ein Schüler Plantés war, des ersten Akkumulatorenbauers.

Faure verwendete als Elektroden mit Bleiglätte oder Mennige bestrichene Bleigitter, als elektrolytische Flüssigkeit verdünnte Schwefelsäure. Die nähere Ausführung und Behandlung dieser Stromquelle findet sich in dem Abschnitte über Elektromobile unter (2. Kap. a) Akkumulatoren.

Mit der Art des chemischen Prozesses bei der Entladung des Akkumulators hängt es zusammen, daß die Zellen nach einer ge-

wissen Zeit erschöpft sind und keinen Strom mehr liefern. Sie müssen dann eben frisch geladen oder durch bereits geladene ersetzt werden.

Dieser Nachteil hat dazu geführt, daß die Akkumulatoren als selbständige Stromquelle für Zündzwecke im Automobilbau allmählich verdrängt wurden und heute durch die magnetelektrische ersetzt sind; nur noch als Reserve und vielfach zum Anlassen des Motors werden sie neben der magnetelektrischen noch verwendet.

Generatoren oder Magnetinduktoren. In den Generatoren werden wir eine kleine Maschine kennen lernen, eine Dynamomaschine en miniature, die beständig Strom zu liefern vermag. Sie beruht auf der Umwandlung von Bewegungsenergie in elektrische.

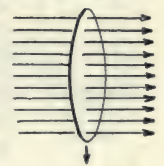


Fig. 15.

Es genügt, einen gut leitenden Draht, kurz: einen Leiter, in einem magnetischen „Kraftfelde" zu bewegen, um in dem Leiter elektrische Spannung zu erzeugen. Zwischen den beiden Polen eines Hufeisenmagnetes zum Beispiel besteht solch ein Kraftfeld. Es läßt sich übrigens bekanntlich leicht nachweisen, wenn man auf die Pole ein Blatt Papier legt und darauf Eisenfeilspäne streut; die Eisenspäne ordnen sich dann nach gewissen, gesetzmäßig laufenden Kurven, die mit der Richtung der in dieser Ebene verlaufenden „Kraftlinien" übereinstimmen. — Ist der im Kraftfeld bewegte Leiter geschlossen, z. B. als Schleife geformt, so fließt in ihm tatsächlich ein mit entsprechenden Apparaten nachweisbarer Strom. Bei einer solchen Bewegung (Fig. 15) erfolgt ein Schneiden der Kraftlinien durch die Leiterschleife (der kurze, nach abwärts gekehrte Pfeil deutet die Bewegungsrichtung an, die horizontalen Pfeile sind Kraftlinien). Die Geschwindigkait mit der die Kraftlinien geschnitten werden, bestimmt die Größe der hervorgerufenen, oder, wie man sagt, induzierten EMK (= Abkürzung für elektromotorische Kraft). Es ist nun wichtig, sich zu merken, daß diese zwei, hier als Ursache und Wirkung auftretenden Vorgänge, d. i. die Leiterbewegung im Kraftfelde und der Stromfluß im Leiter, immer miteinander aufs engste verknüpft sind; es wird nämlich auch immer umgekehrt ein etwa in den Leiter hineingesandter Strom den Leiter zu bewegen suchen, falls er sich in einem magnetischen Kraftfelde befindet. Auf dieser letzteren Erscheinung beruhen z. B. die Elektromotoren; hingegen findet sich

die praktische Durchführung der zuerst besprochenen Vorgänge in der Dynamomaschine.

Die folgenden Figuren geben in schematischer Weise Aufschluß über den Bau einer solchen.

Das Magnetkraftfeld wird durch einen oder mehrere kräftige Hufeisenmagnete zwischen deren Schenkeln mit den Polen S und N gebildet. In diesem von den magnetischen Kraftlinien erfüllten Raum kann sich der Anker drehen. Das ist der Träger der zu bewegenden Leiterdrähte, die in großer Zahl als Windungen um das Ankereisen gewickelt sind. Die Kraftlinien gehen vom Nord- zum Südpol und schlagen dabei denjenigen Weg ein, der ihnen am wenigsten Widerstand bietet. Befände sich kein Anker im Felde, so gingen die Kraftlinien größtenteils direkt von Pol zu Pol durch die Luft (Fig. 16). In dem Augenblicke jedoch, wo sich der Anker im Felde befindet, merken wir, daß das Ankereisen die Kraftlinien von diesem früher benutzten Wege ablenkt; das weiche Eisen ist den Kraftlinien ein weit bequemerer Weg als die Luft und so sehen wir denn, wie sich die Linien durch's Eisen drängen. In Stellung 1 (Fig. 17) des Ankers z. B. gehen die meisten Linien oben und unten durch den Anker, in der Mitte keine; in Stellung 2 (Fig. 18) dagegen gehen sie größtenteils durch die Mitte, und oben ist ein von Linien wenig erfüllter Raum; wie man sieht, gehen dabei alle Kraftlinien auch durch alle Leiterschleifen hindurch (diese sind durch die kleinen Kreise längs des Ankermittelstückes angedeutet); im Gegensatz dazu sind diese Schleifen in 1 von gar keinen Kraftlinien durchsetzt. Würde man also durch eine Drehung der Ankerachse um 90° den Anker selbst aus Stellung 2 wieder nach 1 bringen, so würden in den Schleifen alle bisher durch sie gegangenen Linien allmählich verschwinden; dabei fände ein Kraftlinienschnitt statt und in den Leiterdrähten selbst würde eine EMK induziert werden. Dieser Augenblick ist der für die Zündung wichtigste. Um nämlich einen möglichst heißen und kräftigen Funken zu erlangen, wird man ihn in dem Augenblick überspringen lassen, in dem die EMK ihren Höchstwert erreicht. Das

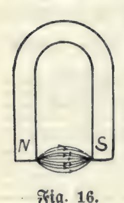


Fig. 16.

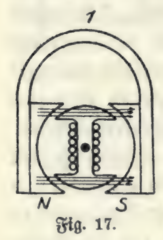


Fig. 17.

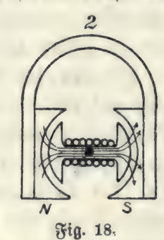


Fig. 18.

ist der Fall, wenn die Geschwindigkeit der Kraftlinienschnitte oder die Änderung der Kraftlinienzahl die größte ist.

Betrachten wir z. B. nur eine Schleife, wie die frühere Fig. 15 zeigt. Die dort gewählte Stellung entspricht unserem Falle 2; die Schleife steht senkrecht zu den Kraftlinien. Wenn wir sie nun durch Drehung allmählich in die 1 entsprechende Lage, d. i. parallel zu den Linien bringen, so wird im Anfang die Zahl der durch die Schleife gehenden Linien sich nur sehr wenig ändern. In der Fig. 19 sind die Änderungen in 5 aufeinanderfolgenden Stellungen der Schleife auf dem Wege von Stellung 2 (hier *I*) bis 1 (*V*) abgebildet.

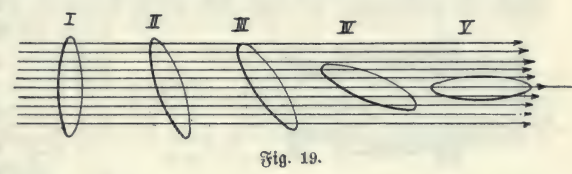


Fig. 19.

Je weiter wir drehen, desto mehr Linien verschwinden in derselben Zeit. Die größte Änderung bedeutet offenbar der rasche Übergang einer noch großen Zahl in *IV* auf Null in *V*: dieser Moment ist also mit dem Höchstwert der EMK verbunden und muß zur Zündung benutzt werden. In unserer Ausführung kehrt dieser Moment bei einer vollen Drehung zweimal wieder, nämlich bei jeder Horizontalstellung der Schleife. Man darf hier nicht verwechseln, daß dabei der Anker in der Zeichnung aufrecht zu stehen scheint. Von Belang sind eben die W i n d u n g e n!

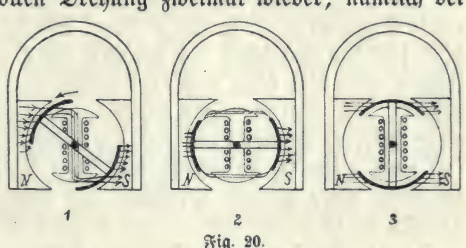


Fig. 20.

Man könnte auch ein derartiges Maximum der EMK während einer vollen Drehung viermal herbeiführen, wenn man die in Fig. 20 angedeutete Einrichtung trifft, die B o s ch in seiner Zündung mit schwingenden Segmenten verwendet hat. In diesem Falle haben wir wieder einen Hufeisenmagnet, der zur Erzeugung des Feldes dient, und im Felde einen, dem beschriebenen gleichen Anker. Dieser Anker ist aber nicht mehr drehbar eingerichtet. Vielmehr sind zwischen Magnet und Anker zwei diametral gegenüberstehende Segmente aus weichem Eisen drehbar um die Ankerachse angeordnet.

Diese Segmente umspannen einen Bogen von 45°. Ihre Aufgabe ist es, herbeizuführen, daß die Kraftlinien bald die auf dem Anker aufgewickelten Leiterschleifen durchsetzen, bald in ihnen verschwinden, um so, wie früher durch die Ankerdrehung, die Bedingung für das Auftreten einer EMK zu schaffen. Die schon gelegentlich erwähnte Eigenschaft des weichen Eisens, die Kraftlinien leicht durchzulassen, ermöglicht hier die beabsichtigte Wirkung auf folgende Weise.

Aus Fig. 20 (1) sieht man, wie die Kraftlinien, die aus dem Nordpole austreten, zunächst das obere Segment durchsetzen, sich dann in den Ankerkern ziehen und durch das untere Segment zum Südpol zurückkehren. Wieder geht die Mehrzahl der Kraftlinien durch die Schleifen.

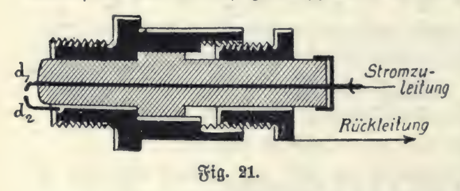


Fig. 21.

In Fig. 20 (2) ist die Stellung der Segmente nach einer Drehung von 45° im Pfeilsinne gezeichnet. Der Anker blieb ruhig. Trotzdem gehen jetzt infolge der Weicheisenwirkung die Kraftlinien nicht mehr wie früher durch alle Windungen hindurch, sondern, dem kleinsten Widerstand folgend, auf dem kürzeren Wege vom Nordpol durch das linke Segment, den oberen Ankerteil und durchs rechte Segment direkt in den Südpol. Wieder wird das der Augenblick für das Erreichen der höchsten EMK sein. Wie aber zu erkennen, wird dies schon nach $^1/_4$ Drehung erreicht; wenn man weiter bedenkt, daß auch bei einer Stellung nach Fig. 20 (3), also nach einer weiteren Drehung um 90°, der Kraftlinienweg dem in Fig. 20 (2) ganz gleich ist, so erhellt, daß diese Maximalstellung viermal während einer ganzen Drehung der Segmente eintreten wird, nämlich in zwei Horizontal- und in zwei Vertikalstellungen.

Damit wäre das Wesentliche über die Stromquellen gesagt. Nun wollen wir uns einmal die Funkengeber selbst ansehen. Der Automobilist spricht von Kerzen- und Abreißzündungen.

Also zunächst zu den Kerzen! Der Name ist nicht sehr treffend und wohl nur einer geringen formalen Ähnlichkeit zuliebe gewählt. Am raschesten klären wir uns durch einen Blick auf die Fig. 21 auf, die eine solche Kerze wiedergibt, wie sie von dem berühmten Hause de Dion-Bouton erzeugt wird.

Ein gewöhnlich aus Porzellan oder sonst einem guten Isolator gefertigter länglicher Zylinder ist dochtartig durchsetzt von einem

Drahte d_1. Das Ende dieses Drahtes ragt aus dem Isolierkörper als kurzer Haken hervor und bildet so eine Elektrodenspitze. Diesem Haken gegenüber steht die 2. Elektrode; sie wird von der Spitze eines 2. kürzeren Drahtes d_2 gebildet, der in einer den Pozellanzylinder fassenden Metallhülse eingesetzt ist. Diese Hülse dient zum Einschrauben der Kerze in die Zylinderwand des Motors und bildet als metallischer Körper einen Teil der Stromrückleitung. Die Figur läßt erkennen, daß der Strom in den Mitteldraht geleitet und von der Metallhülse wieder zur Stromquelle (Batterie, Dynamo) zurückgeführt wird; gewöhnlich setzt sich die Rückleitung nicht direkt hier an, sondern es wird auch noch die ganze leitende Masse des Zylinders selbst herangezogen, so daß man also ganze Drahtteile durch diese Masse ersetzt (Masse- oder Körperschluß). Diese ökonomische Schaltungsweise wird gerade im Automobilbau mit Vorliebe verwendet.

Zwischen den Spitzen der Drähte d_1 und d_2 ist ein Abstand von $^1/_2$—1 m/m; an dieser Stelle wird der Strom auf den Widerstand der ebensolangen Luftstrecke treffen, der vielmal größer ist als der des Elektrodendrahtes, und nur das Maximum der EMK wird hinreichen, um den Strom diesen Widerstand überwinden zu lassen.

Dieses Prinzip ist fast bei allen Kerzen gleich, und nur die Ausführungsform wechselt. Eine Besonderheit möge hier erwähnt werden, das sind Kerzen mit sog. 2. oder Vorschaltfunkenstrecke, die die Sicherheit des Zündens vergrößern soll. Bei diesen Kerzen sind nicht zwei, sondern drei Elektroden und zwar gewöhnlich hintereinander angeordnet. Diesen Kerzen wird als Vorteil zugesprochen, daß sie das Ansetzen von Ruß auf den Elektroden verhindern. Ein derartiger Niederschlag, der leicht ein Versagen der Zündung herbeiführen könnte, wird hier bald wieder verbrannt, so daß die Elektroden stets blank bleiben, wie es für das regelmäßige Funktionieren erforderlich ist.

Da bei den gewöhnlichen Kerzen der in den Zylinder eingeschraubte Teil infolge der Explosionstemperaturen bedeutend heißer wird als der äußere, so liegt bei dieser ungleichen Erwärmung und Dehnung die Gefahr des Zerspringens der Isoliermasse nahe. Die Kerze wird dabei unbrauchbar. Es ist daher zweckmäßig, wie es vielfach ausgeführt wird, die Isoliermasse aus zwei gesonderten Teilen zu bilden.

Die Abreißzündungen beruhen darauf, daß die Funkenstrecke im Augenblicke der Zündung überhaupt erst hergestellt wird. Die

Elektroden berühren sich vorher, so daß der Stromkreis eine Zeitlang geschlossen ist; für die Zündung wird die eine Elektrode rasch von der anderen weggerissen. Diese Trennung bewirkt ein plötzliches Unterbrechen des Stromes, das von einem sehr kräftigen und zündfähigen Funken begleitet ist.

Da hier der Strom nicht wie bei den Kerzenzündungen gezwungen werden muß, über einen erheblichen Widerstand zwischen zwei Elektroden überzuspringen, so kann man, wie schon erwähnt, mit weit niedrigeren Spannungen, 100—150 Volt, das Auslangen finden. Noch ein zweiter Umstand begünstigt diese niedrige Spannung; wenn wir nämlich annehmen, daß, wie heute fast überall üblich, magnetelektrische Zündung vorliegt, so kann schon deshalb die Spannung niedriger sein als bei Batteriezündung, weil ein Nachlassen der Kraftquelle nicht zu erwarten ist wie bei galvanischen Elementen, bei denen mit Rücksicht hierauf die Spannung von Haus aus stärker wird sein müssen, um auch bei sinkender Spannung noch hinzureichen.

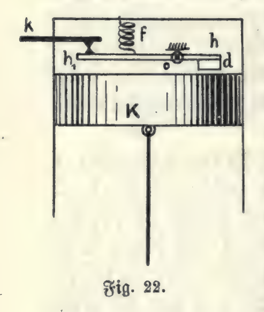


Fig. 22.

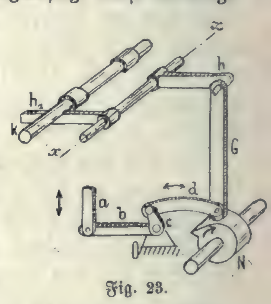


Fig. 23.

Die einfachste Abreißzündung ist in der Fig. 22 schematisch wiedergegeben. Der Kolben besorgt hier selbst die Unterbrechung. Beim Aufwärtsgange stößt er nämlich kurz vor dem Hubende an den Daumen d eines um o drehbaren zweiarmigen Hebels hh_1; infolge der Wirkung der Zugfeder f ist dieser Hebel für gewöhnlich in Berührung mit dem Kontakt k. Bei der durch den Kolbenstoß herbeigeführten Drehung um o hebt sich aber der Arm h_1 mit seiner Kontaktspitze von dem ruhenden Kontakte k ab und ermöglicht so den Übergang eines Funkens an der Unterbrechungsstelle.

Am häufigsten erfolgt diese Unterbrechung, nicht wie hier durch den Kolben selbst, sondern durch ein eigenes, außerhalb des Zylinders angeordnetes Abreißgestänge, wie es die Fig. 23 veranschaulicht. k ist der ruhende Kontakt, h_1 der abhebbare. Die Unterbrechung erfolgt dadurch, daß die außerhalb des Zylinders befindliche Stange G von einer Nocke N gehoben wird, wobei der Hebel h um die Achse xx gedreht wird; diese Achse ist durch die

Zylinderwandung gesteckt und trägt an ihrem inneren Ende den Hebel h_1, der die Drehung seiner Achse mitmachen muß und dabei sein Kontakt bildendes Ende von k losreißt. Die Bewegung der Nockenwelle erfolgt durch einfache Übersetzung von der Motorwelle aus, ganz wie den Ventilsteuerungen.

Der Grund, warum man nicht die viel einfachere, vom Kolben betätigte Zündung allgemein baut, liegt darin, daß man zur Regulierung des Motors notwendig die Zündung verstellbar einrichten muß, und das ist nur bei der 2. Ausführung möglich. Es genügt dafür, daß die Stange G früher oder später von der Nocke N erfaßt wird, weil dann auch die Unterbrechung sich entsprechend früher oder später vollzieht.

Die Verstellung des Zündzeitpunktes geschieht entweder selbsttätig, in Abhängigkeit von der Tourenzahl (Eisemann) oder in der Regel durch den Fahrer selbst, der mittels eines Handgriffes auf dem Lenkrad die Hebelverbindung $abcd$ betätigt. Die Hebelstange a ist auf und ab verschiebbar. Ein Senken z. B. bewirkt eine Drehung der Hebelarme b und c, in deren Folge durch den Arm d die mit ihm gelenkig verbundene Abreißstange h sich seitlich nach links verschiebt. Dann tritt die Nocke früher unter diese Stange G, und es erfolgt eine sog. Vorzündung. Ein Heben von a hätte umgekehrt Nachzündung zur Folge.

Nach der Art der Funkenerzeugung zu den Abreißzündungen zu zählen sind auch die in den Funkengebern selbst kerzenähnlich gebauten „Abreißkerzenzündungen“. (Bosch-Honold u. A.) Der Eisenkern einer vom elektrischen Strom umflossenen Drahtspule wird magnetisch und zieht nun eine beweglich ausgebildete Elektrode an und von der anderen festen ab. Bei der Trennung springt der Funken an der Unterbrechungsstelle über.

Die vorstehenden Betrachtungen haben uns die Art der Stromerzeugung und die der Stromunterbrechung gezeigt. Ein paar Zeilen sind noch der Zuleitung des Stromes zur Zündstelle zu widmen.

Ist der Motor einzylindrisch, so besteht keinerlei Schwierigkeit; der Zündstrom wird einfach unmittelbar zur Kerze oder zum Abreißkontakt geführt. Für die rechtzeitige Unterbrechung im Maximum der EMK sorgt die Unterbrechungsscheibe (Nocke usw.). Das Maximum soll bekanntlich mit dem für die Zündung geeigneten Augenblicke der höchsten Kompression am Ende des 2. Hubes zusammenfallen.

Wenn der Motor aber aus mehreren Zylindern besteht, so muß dafür gesorgt sein, daß in jedem einzelnen Zylinder die Zündung rechtzeitig stattfindet. Die Zündzeiten der einzelnen Zylinder fallen natürlich nicht zusammen. Bei vier Zylindern wird beispielsweise auf jeden Takt, d. h. auf jede ½ Kurbelwellendrehung eine Zündung erfolgen müssen, aber immer in einem anderen Zylinder. Jeder Zylinder muß daher eine eigene Stromzuleitung erhalten, denn jeder Zylinder macht ganz unabhängig von dem anderen seinen eigenen Viertakt. Zudem muß aber auch der in einer einzigen Stromquelle erzeugte Strom immer gerade dem Zylinder zufließen, in dem gerade eine Zündung zu erfolgen hat. Es ist nicht gar schwer, das zu erzielen. Die Stromleitung führt zunächst von der Stromquelle zu einem Teilungspunkt O (Fig. 24). O ist der Mittelpunkt einer drehbaren Kreisscheibe, die bis auf einen schmalen leitenden Streifen, den Kontakt k, selbst isoliert ist. Dieser Kontakt k (in der Figur schraffiert) wird mit der Scheibe im Kreise herumgeführt und kommt dabei der Reihe nach mit vier auf der ruhenden Verteilerscheibe V sitzenden Kontakten I, II, III, IV in Berührung. Da nun I, II, III und IV jeder durch eine eigene Leitung mit den inneren Kerzenkontakten der vier Zylinder verbunden sind, wird der Strom immer in die Leitung fließen, die durch den kreisenden Kontakt k eben geschlossen wird.

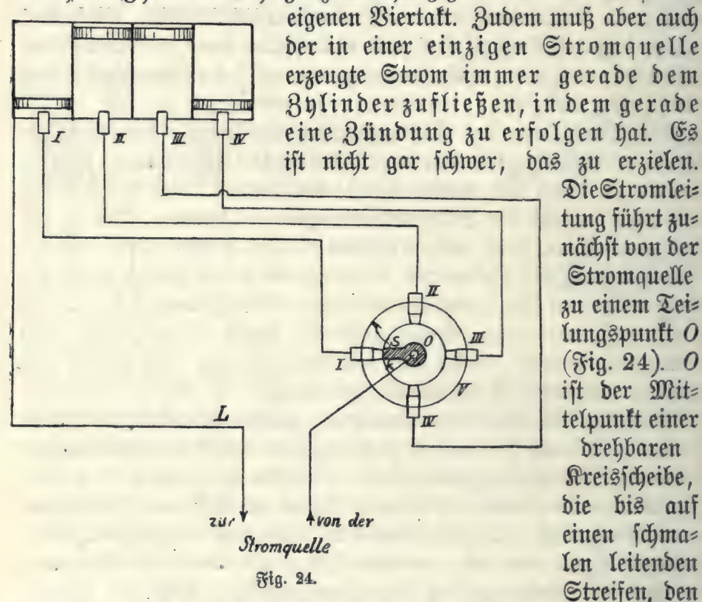


Fig. 24.

Bei der angenommenen Anordnung der 4 Zylinder mit um 180° versetzten Kurbeln muß der Verteilungskontakt III mit der Kerze des Zylinders IV und der Kontakt IV mit der Kerze des

Zylinders III verbunden sein, weil, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, nach der Explosion in Zylinder II zunächst eine in Zylinder IV und dann erst in III eintritt.

Tabelle der in den 4 Zylindern gleichzeitig stattfindenden Vorgänge.

I	II	III	IV
Ansaugen	Auspuff	Kompression u. Explosion	Expansion
Kompression u. Explosion	Ansaugen	Expansion	Auspuff
Expansion	Kompression u. Explosion	Auspuff	Ansaugen
Auspuff	Expansion	Ansaugen	Kompression u. Explosion
Ansaugen	Auspuff	Kompression u. Explosion	Expansion

Wie für alle vorkommenden Bewegungen, hat auch für die der Kontaktscheibe S der Motor aufzukommen, d. h. die Achse dieser Scheibe steht in Verbindung mit der Motorwelle. Es ist darum wichtig zu wissen, mit welcher Geschwindigkeit sie sich drehen muß.

Während einer vollen Drehung von S kommt der Kontakt k mit jedem der ruhenden Verteilerkontakte einmal in Berührung. Das gibt also auf eine Umdrehung vier Zündungen. Wir wissen bereits, daß bei diesen vier Zylindern mit Viertakt auf jeden Takt, d. h. auf jede halbe Kurbeldrehung eine Zündung erfolgt. Vier Zündungen entfallen also auf 4 halbe = zwei Kurbelumdrehnngen. Der Verteiler liefert diese vier Zündungen bei einer Umdrehung der Scheibe S; diese erhält also die halbe Geschwindigkeit der Kurbel- oder Motorwelle.

Die Fig. 25 soll noch die Ausführung eines Magneten, seine gewöhnliche Stellung an der Seite der Motoren und den Antrieb des Ankers zeigen.

4. Kapitel.

Die Kühlung.

Bei der bedeutenden Temperaturerhöhung, die als Begleiterscheinung der Explosion so hochgespannter Gase auftritt, erwärmen sich auch die Zylinderwände so stark, daß für eine

rasche und verläßliche Abführung dieser Wärme gesorgt werden muß, weil das Material der Zylinder bei den auftretenden Temperaturen an Widerstandsfähigkeit einbüßen würde. Zudem würde bei mangelhafter Kühlung die sich im Zylinderinneren stauende Wärme eine stärkere Ausdehnung der Kolben hervorrufen und ihr Festklemmen im Zylinder zur Folge haben.

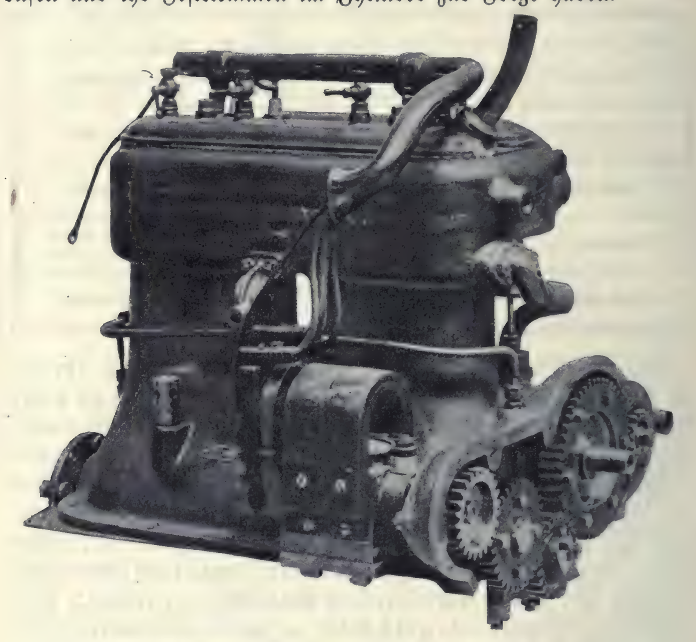


Fig. 25. Vierzylindermotor eines Fiat-Wagens.
Die Zylinder sind in einem Stück — en bloc — gegossen. In der Mitte vorn der hufeisenförmige Magnet, dessen Anker von der Motorwelle durch Stirnräderübertragung angetrieben wird. Das aufgebogene Rohrstück oben führt das erwärmte Wasser dem Kühler zu.

Für kleine Typen, also namentlich für Voituretten und Motorräder begnügt man sich zumeist damit, daß man den äußeren Zylindermantel (Fig. 26) wenigstens auf die Länge des Explosionsraumes mit sog. Kühlrippen umgibt, die, indem sie die Oberfläche vergrößern, die Ausstrahlungsfähigkeit steigern. Gleichzeitig übernimmt auch die während der Fahrt durch diese Rippen streichende Außenluft zum Teil die Aufgabe, die Kühlung zu unter-

stützen. Begreiflicherweise sinkt diese Fähigkeit mit zunehmender Außentemperatur, also besonders im Hochsommer, gerade da, wo die Kühlung am wirksamsten sein sollte. Auch die Fahrgeschwindigkeit tritt als Faktor auf, da bei rascherer Fahrt auch die Geschwindigkeit der Luft wächst, die durch die Rippen streicht. Dadurch findet eben ein rascherer Ersatz dieser an den Rippen und Zylinderwandungen erwärmten Luftschicht durch kältere und somit eine bessere Kühlung statt.

Für stärkere Konstruktionen, d. h. bei Motoren mit größerer Tourenzahl, genügt diese einfache und billige Art, die Zylinder zu kühlen, nicht mehr. Vielmehr ist man hier genötigt, eine künstliche, von äußeren Umständen mehr unabhängige Kühlung einzuführen. Man schafft zu diesem Zwecke um den äußeren Zylindermantel einen zweiten zylindrischen Mantel und läßt zwischen diesen beiden beständig kühles Wasser fließen, das die erzeugte Wärme aufzunehmen hat. Es ist klar, daß sodann das solcherart erwärmte Wasser aus dem zu kühlenden Raum fortgeschafft und durch kälteres ersetzt werden muß. Könnte man nun nicht das erwärmte Wasser wieder verwenden, so würden zu einer solchen Kühlung ganz bedeutende Wassermengen erforderlich sein, die unmöglich mitgeführt werden könnten. Zum Glück ist es jedoch möglich, mit einer verhältnismäßig ganz kleinen Wassermenge auszukommen, die man immer wieder verwendet; und nur für etwaige Verluste infolge auftretender Wasserverdampfung und unvermeidlicher Undichtheiten des Kühlers muß Ersatz geschaffen werden. Das ist aber eine ziemlich unerhebliche Wassermenge.

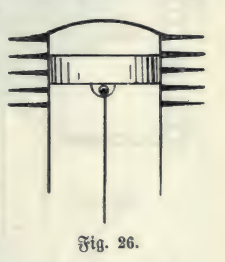


Fig. 26.

Um einmal erwärmtes Wasser immer wieder verwenden zu können, muß es selbstverständlich wieder rückgekühlt werden. Es sind also Kühlapparate, kurz Kühler genannt, notwendig. Das Wasser wird sich somit immer vom Zylinder zum Kühler und von diesem wieder zum Zylinder bewegen, einen sogenannten Kreislauf ausführen. Dieser Kreislauf kann auf verschiedene Art erzielt werden. Die einfachste Art beruht auf der Ausnutzung des natürlichen Wärmegefälles. Das erwärmte Wasser erweist sich nämlich spezifisch leichter als das kältere; es wird also das Bestreben haben, immer die höchsten erreichbaren Schichten einzunehmen, ähnlich wie ja auch warme Luft in einem Raume in

die Höhe steigt und sich dort ansammelt. Die Fig. 27 gibt ein schematisches Bild einer solchen als „Thermosiphon" bezeichneten Einrichtung. *C*, der Zylinder, ist von einem zweiten Mantel *M* umgeben; oben und unten münden in diesen Rohre, die zu dem Kühler *K* führen. In dem Raume zwischen *M* und *C* wird das Wasser durch die heißen Zylinderwände erwärmt, diese selbst kühlen sich also ab. Dieses warme Wasser steigt nun infolge seines geringeren (spezifischen) Gewichtes durch das obere aufwärtsgehende Rohr gegen den Kühler; hier wird es durch die besondere Bauart des Kühlers gezwungen, sich auf einem möglichst langen Wege durch Röhren, Rohrschlangen, Kammern, Zellen oder ähnliche Teile zu bewegen. Während dieser Wanderung ist dem Wasser somit Gelegenheit geboten, die vordem aufgenommene Wärme wieder abzugeben. Auch hier wird die Wirkung dieser Wärmeabgabe wieder dadurch unterstützt, daß die Kühlleitungen zwischen sich genügend freien Raum lassen, durch die die gegen die Fahrtrichtung bewegte Luft in raschem Zuge durchströmen kann. Es befindet sich darum dieser Teil — der wegen der Ausstrahlung auch Radiateur heißt, — zweckmäßig an der Stirnseite des Wagens, also dem direkten Anprall frischer Luft ausgesetzt. Am unteren Ende der Kühlleitung langt das Wasser erheblich gekühlt an und fließt durch das untere Rohr wieder dem Zylinder zu.

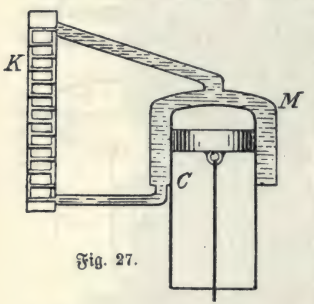


Fig. 27.

Wie leicht einzusehen, hängt die Zirkulation hier vom Temperaturunterschiede ab und wird um so träger, je mehr das Temperaturgefälle bei verminderter Fahrgeschwindigkeit und bei steigender Außenlufttemperatur sich verkleinert. Eine wesentliche Verbesserung des Wasserkreislaufes ist darum durch eine zwischen Kühler und Zylinder eingebaute kleine Pumpe zu erzielen, die eine konstante Wasserbewegung ganz unabhängig vom Temperaturunterschiede gewährleistet, und die oft erheblichen Bewegungswiderstände (Reibung, enge Querschnitte) überwinden hilft. Die Pumpe wird von der Motorwelle aus angetrieben. Das Wasser fließt infolge des Eigengefälles zu, so daß die Pumpe nur die Förderarbeit zu leisten hat (s. Fig. 28).

Auch auf die Luftbewegung läßt sich ein Einfluß ausüben; man

ordnet zu diesem Zwecke hinter dem Kühler einen gleichfalls vom Motor durch Riemen oder Schnur betriebenen Ventilatorflügel an, der die Luft durch die zwischen den Kühlleitungselementen

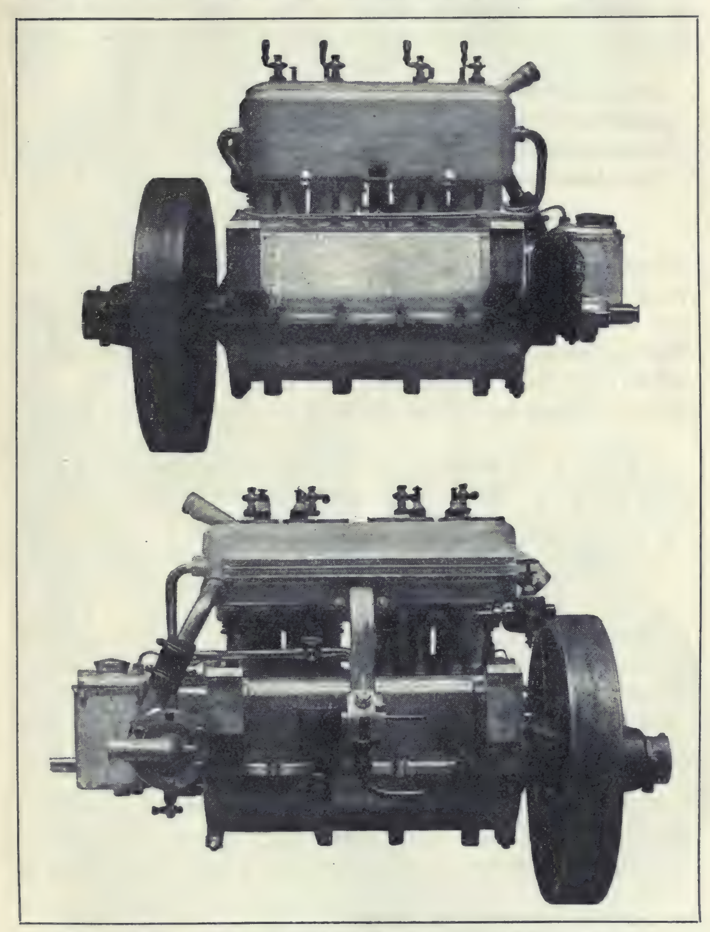


Fig. 28. Vierzylindermotor eines Wagens der Österr. Daimler-Motoren-Gesellschaft, G. m. b. H. in W.-Neustadt (Österreich).

Motor en bloc gegossen, sämtliche Rohrleitungen ins Gußstück verlegt. In der unteren Figur ist vorn ein kurzes Rohrstück zu sehen, es führt von dem (hier weggelassenen) Kühler zur Wasserpumpe, die das Wasser durch das schräge Rohr zu den Wassermänteln der Zylinder drückt.

bleibenden freien Räume durchsaugt. Auch das Schwungrad wird mitunter zu diesem Zwecke als Windschaufelrad ausgebildet.

Der zweckmäßigen Ausbildung des Kühlers gilt seit Jahren das Bestreben zahlreicher Konstrukteure. Man begegnet darum auch den mannigfachsten Ausführungen. Bald führt man das Wasser in ungeteiltem Strome durch ein vielmals geschlungenes, kupfernes Schlangen- oder Wellenrohr, dem überdies noch eine Krause von Rippen aus Eisen oder Aluminium aufgesetzt ist (Fig. 29). Bald wieder teilt man den durch den Kühler zu führenden Wasserstrom in eine größere Zahl von Wasserbändern und läßt diese durch eine Reihe von schmalen Messingscheiden hindurchfließen (Fig. 30). Zwischen den Scheiden befinden sich wieder Kühlrippen, der noch verbleibende Raum wird von der Luft durchströmt. Ein sehr berühmt gewordenes und sehr verbreitetes System ist als „Bienenkorbkühler" bezeichnet worden (Fig. 31). Hier wird ebenfalls eine Verteilung des Wassers vorgenommen, indem es zwischen luftgekühlten Rohren zu fließen gezwungen wird. Die an den Stirnseiten für die Zusammenlötung gewählte sechskantartige Erweiterung gibt in der Vorderansicht das einer Bienenwabe ähnliche Bild, worauf die Benennung zurückzuführen ist. Die Fig. 32 zeigt noch einen aus gewellten Hohlbändern gebildeten Kühler.

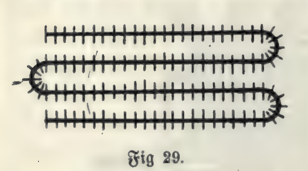


Fig 29.

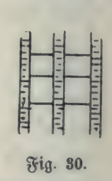


Fig. 30.

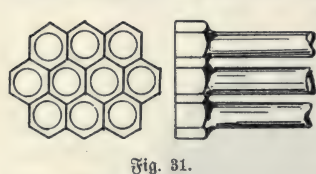


Fig. 31.

Fig. 32.

Den typischen Einbau des Motors zwischen Kühler und Vorderwand („Spritzbrett") des Lenkersitzes und seine Verbindungen mit Vergaser, Kühler und Auspuff zeigt sehr deutlich die Fig. 33.

5. Kapitel.

Die Kraftübertragung.

Im Gange unserer Betrachtungen haben wir bisher alle Einrichtungen kennen gelernt, die den Motor als solchen ausmachen; die

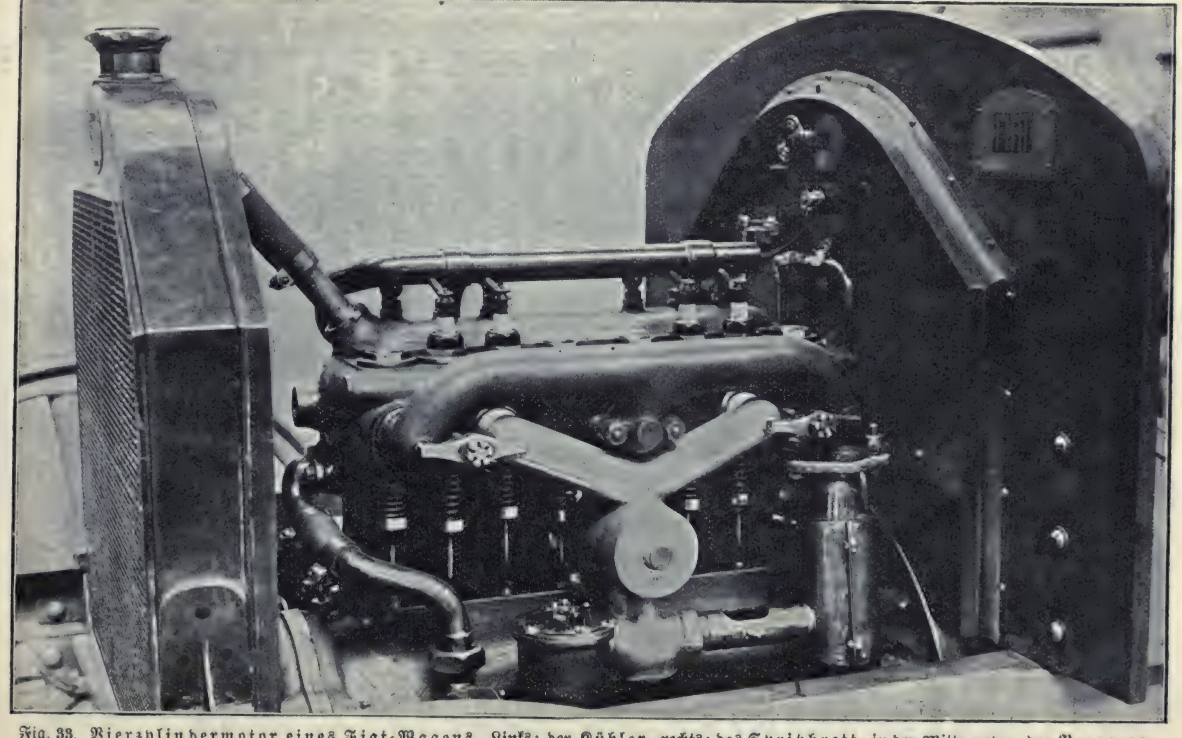


Fig. 33. Vierzylindermotor eines Fiat-Wagens. Links: der Kühler, rechts: das Spritzbrett, in der Mitte unten: der Vergaser mit den gabelartig geteilten Zuleitungsrohren zu den Zylindern, darüber das Auspuffrohr für die abziehenden verbrannten Gase.

bisher behandelten Organe sind samt dem nötigen Triebstoffe völlig hinreichend zur Arbeit des Motors; ihr Inbegriff ist also der Antriebsmechanismus. Im folgenden hätten wir uns nun mit den angetriebenen Teilen selbst zu beschäftigen.

Die motorische Kraft wurde ja erzeugt, um den Wagen in Bewegung zu setzen. Zu dem Zwecke hatten wir die Längsbewegung des Kolbens durch den Kurbeltrieb in eine drehende Bewegung der Kurbelwelle verwandelt, und wir könnten nun einfach die anzutreibenden Wagenräder auf die Kurbelwelle selbst aufkeilen. Daß man das nicht tut, hat seine guten Gründe.

Zunächst kann man so große Geschwindigkeiten, wie sie der Motor direkt liefert, für gewöhnlich nicht brauchen. Sodann muß es möglich gemacht sein, die Geschwindigkeit in gewissen Grenzen zu ändern. Auch ist es unbedingt erforderlich, daß man den Antriebsmechanismus von dem zu treibenden vollkommen abschalten kann, d. h. es muß möglich sein, den Motor laufen und den Wagen dennoch ruhig stehen zu lassen. Solche Fälle treten ein zu Anfang jeder Fahrt, bei plötzlichem Stehenbleiben, beim Bremsen, beim Geschwindigkeitswechsel.

Zwischen der Motorwelle und dem in letzter Linie angetriebenen Räderpaar werden sich also einige Schaltmechanismen befinden, die zusammen die Kraftübertragung ausmachen.

Zunächst aber wollen wir sehen, wie der Motor überhaupt erst in Gang zu bringen ist. Es bedarf dazu gewöhnlich einer eigenen Vorrichtung, der Antriebskurbel, auch Kurbel schlechthin genannt. Denn der Motor muß „angekurbelt" werden. (Man nennt es auch „Anlassen" oder „Anwerfen" des Motors.) Das heißt: bevor der Motor in normaler Weise infolge seiner Eigenschaft als Explosionsmotor zu arbeiten beginnen kann, muß man ihm zunächst künstlich zu ein paar Hüben verhelfen. Der Benzinmotor kann eben, wie jeder Gasmotor, nicht von selbst angehen. Warum, ist leicht einzusehen! Der Motorgang beruht ja auf der Explosion eines hochgespannten Gasgemisches. Somit muß vor allem das Gasgemisch in den Zylinder gelangen können. Dieses Gemisch, das anfänglich ohne Spannung ist, vermag sich nicht selbst, wie etwa der Dampf bei der Dampfmaschine, den Weg in den Zylinder zu bahnen. Es wird bei einem Kolbenhub angesaugt. Dieser erste Kolbenhub bedarf aber einer Kraft, und da der Motor selbst noch keine hat, muß sie von außen kommen. Theoretisch würde es also genügen, diesen einen Hub künstlich zu bewirken. Kurbel und Schwungrad müßten dann weiter-

arbeiten. Viel mehr als das ist auch praktisch nicht nötig. Nach 1—2 künstlich eingeleiteten Explosionen kann man den Motor bereits ruhig sich selbst überlassen. Wie arbeitet nun die Kurbel? Um den Kolben zu bewegen, muß die Motorwelle gedreht werden.

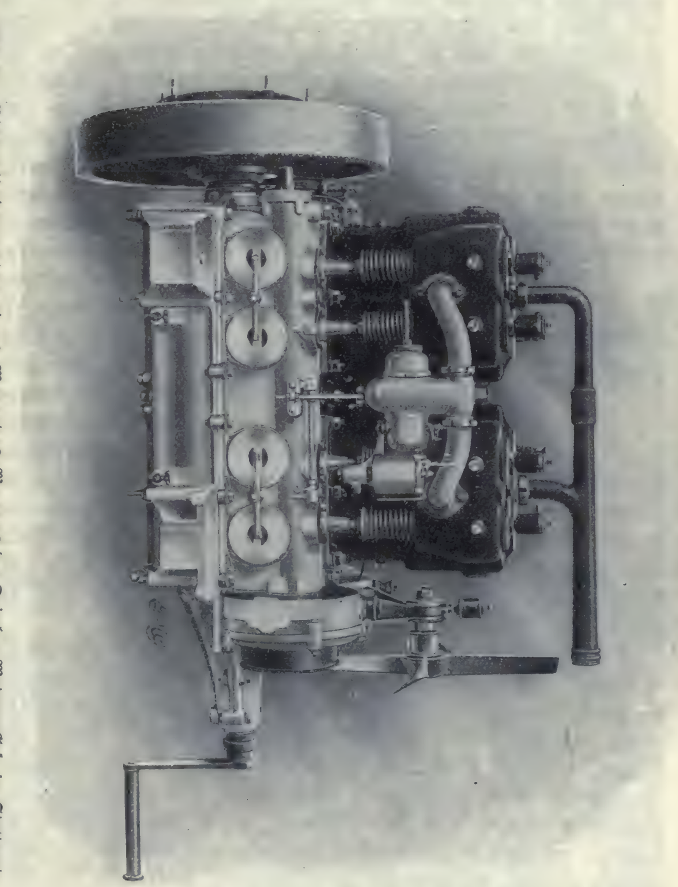


Fig. 34. Vierzylindermotor eines Mercedes-Wagens der Daimler-Motoren-Ges. in Stuttgart-Untertürkheim; Vergaserseite; oben: Rückkühlleitung, links: Schwungrad, rechts: Ventilatorflügel und Andrehkurbel.

Diese ist also bis vorn an die Stirnseite des Wagens geführt. Auf dem vorderen Wellenende sitzt die Anlaßkurbel (Fig. 34), die aber mit der Welle nicht fest, sondern durch eine sog. Kupplung verbunden ist. Die Fig. 35 zeigt eine derartige als Klauenkupplung

bezeichnete Verbindung in schematischer Darstellung. Die auf der Welle sitzende Kurbelhülse hat eine klauenartige Aussparung, mit der sie einen auf dem Wellenende sitzenden Stift *s* umfaßt. Nur bei einer Drehrichtung der Kurbel wird die Welle infolge des Angriffes der Klaue an dem Wellenstift mitgenommen. Wenn nach den ersten künstlichen Kolbenhüben die Explosionen die Kolbengeschwindigkeit über die von Hand aus erteilte steigern, so wird sich auch die Motorwelle rascher drehen als die Kurbel; dabei wird der Stift die Klaue verlassen, und die Kurbel kann nun ruhig herabhängen, die Verbindung zwischen ihr und der Motorwelle besteht nicht mehr. Dieses Ankurbeln ist mitunter sehr beschwerlich, immer lästig und kann selbst gefährlich werden, wenn z. B. infolge einer unrichtigen Zündung eine Umkehr des Drehungssinnes eintritt und ein Rückschlag auf die Kurbel erfolgt. Man sann und sinnt daher über Konstruktionen, die das Ankurbeln entbehrlich machen. Die Schwierigkeit liegt darin, zündbares, also verdichtetes Gas in den Zylinder zu bringen. Ein paar Hübe würden genügen. Um diese herbeizuführen, ist man sogar so weit gegangen, eigene, freilich kleine, Maschinen zu verwenden, die mit komprimierter Luft oder mit flüssiger Kohlensäure arbeiten, und die bei Beginn des normalen Ganges des Motors ihre Tätigkeit einstellen. Für kleinere Wagen würden solche „Anlasser" eine unerwünschte Gewichtsvermehrung bedeuten, aber auch für größere haben sie sich noch nicht eingebürgert.

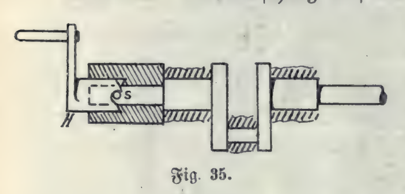


Fig. 35.

Den Motor hätten wir nun auf die oder jene Weise glücklich in Gang gebracht. Wie kommt nun der Wagen selbst in Bewegung?

Die Bewegungsübertragung vermitteln im allgemeinen die Kupplung und das Getriebe. Zunächst die Kupplung.[1]) Sie ist jenes Organ, das eine Trennung des Mortors vom Wagen ermöglicht. Das Wesen dieser Vorrichtung besteht darin, daß bei eingeschalteter Kupplung Motor- und Getriebewelle, die in einer Richtung verlaufen, miteinander verbunden werden und einerlei Bewegung machen müssen, während bei ausgeschalteter Kupplung jede Welle für sich unabhängig von der anderen besteht.

1) Natürlich ist das nicht die eben besprochene. „Kupplung" ist nur der allgemeine Name für ein Verbindungsorgan zweier gesonderter Bewegungselemente (z. B. Achsen).

Eine sehr verbreitete Ausführungsform ist die Konus- oder Reibungskupplung. (Fig. 36, bei K.) Auf jedem Wellenende sitzt eine Scheibe; die Scheiben greifen mit den schwach konischen Laufflächen l_1 und l_2 ineinander. Der Druck der Feder F bewirkt den beständigen Eingriff. Infolge dieses durch die Feder erzielten Andruckes der konischen Fläche l_2 an die ebenfalls konische Fläche l_1 entsteht an der Berührungsfläche eine dem Anpressungsdrucke proportionale Reibung; die Scheibe S_2 wird so mit S_1 gekuppelt, von ihr in der jeweiligen Bewegungsrichtnng mitgenommen; und da S_2 auf der Welle W_2 verkeilt ist, muß auch diese die gleiche Drehung

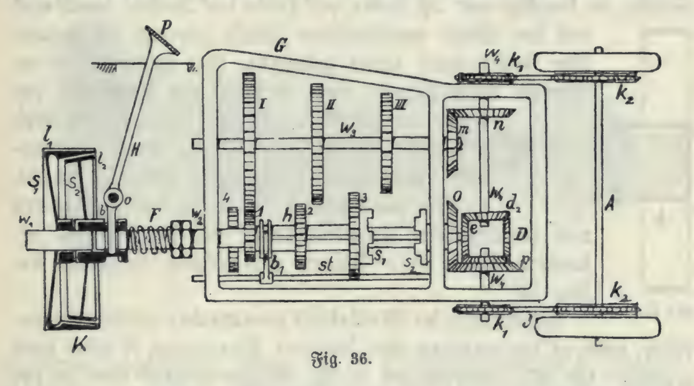


Fig. 36.

mitmachen. Die Scheibe S_2 ist überdies auf der Getriebewelle W_2 in axialer Richtung verschiebbar. Diese Verschiebung hat den Austritt der Scheibe aus der Berührung mit S_1 zur Folge und wird dadurch herbeigeführt, daß der Führer den aus dem Lenkersitz-Fußboden ragenden Fußtritt (p) (Pedal) niederdrückt. Dadurch wird ein Hebel H um O gedreht; der zweite Arm dieses Hebels ist als Bügel ausgebildet und umgreift eine ringartige Einschnürung der Scheibennabe von S_2. Die Nabe und damit die Scheibe werden also zurückgezogen und der Eingriff der Reibflächen $l_1 l_2$ aufgehoben, solange das Pedal niedergedrückt bleibt. Beim Loslassen des Pedals wird die Kraft der Feder F die Kupplung wieder einrücken. Dieses Einrücken muß langsam geschehen, so daß nur allmählich ein Mitnehmen der ruhenden Scheibe durch die rotierende erfolgt, weil sich sonst der Motor sprungweise in Bewegung setzen würde. Die Scheibe S_1 dient gewöhnlich gleichzeitig als Schwungrad des Motors.

Statt die Berührung in konischen Flächen vor sich gehen zu lassen, kann man sie auch durch den Andruck zweier bzw. mehrerer ebener Scheiben mit ihren Stirnseiten herbeiführen, wie es bei den Scheiben- und Lamellenkupplungen der Fall ist.

Auf einem ganz anderen Prinzipe aber beruht die Federbandkupplung. (Fig. 37.) Die Kupplung der beiden Wellen übernimmt eine starke Spiralfeder *F*. Ein Ende e_1 dieser Feder ist mit dem Schwungrade verbunden, das zweite, e_2, steckt in einem drehbaren Deckel. Durch den Hohlraum der Feder geht das Ende der Getriebewelle frei hindurch. Soll es aber an die Motorwelle gekuppelt werden, so braucht nur die Feder mit Hilfe des Deckels durch eine auf der Welle verschiebbare Muffe gedreht zu werden. Die Feder wird dabei gespannt, der Durchmesser der Spirale wird kleiner, und es findet ein Andrücken der Feder an die Getriebewelle statt. Diese wird somit gezwungen, der sich mit dem Schwungrade (Motorwelle) drehenden Feder zu folgen. Eine praktische Ausführung dieser einfachen und interessanten Kupplungsart, wie sie bei den bekannten Mercedes-Wagen gebräuchlich ist, zeigt die Fig. 38.

Fig. 37.

Würde man die Motorkraft unmittelbar auf die Wagenräder, seien es die vorderen oder hinteren, übertragen, so wäre man genötigt, für alle Änderungen in der Geschwindigkeit oder in der Zugkraft den Motor allein aufkommen zu lassen. Seine abzugebende Leistung würde also beständigen und erheblichen Schwankungen ausgesetzt sein, die ein dauernd günstiges Arbeiten des Motors ganz ausschließen würden. Denn es ist begreiflich, daß ein für eine bestimmte Leistung (PS) berechneter und gebauter Motor dann am günstigsten arbeiten wird, wenn er in die Lage kommt, auch tatsächlich diese Leistung zu entwickeln. Es ist also praktischer, den Motor möglichst gleichmäßig in der Nähe der günstigsten Ausnutzung, d. i. des günstigsten Wirkungsgrades arbeiten zu lassen und zwischen ihn und das zu treibende Räderpaar jene Mechanismen einzuschalten, an denen die Anpassung an Geschwindigkeit oder Zugkraft vorzunehmen sein wird.

A. Zahnradübertragung mit Kettenantrieb. Die Getriebewelle W_2 (Fig. 36) trägt in Abständen einen ganzen Satz von verschieden großen Stirnrädern, soviele als Stufen für die Geschwindigkeitsänderung gewählt wurden. Es sind dies die Räder

1, 2, 3 . . . in der Fig. 36, entsprechend drei Geschwindigkeiten. Gewöhnlich wird über die Zahl 4 dabei nicht hinausgegangen. — Eine zweite Welle W_3 ist der ersteren vorgelegt (daher Vorgelegewelle genannt), und trägt ebensoviele Zahnräder (I, II, III . . .), die mit den ersten korrespondieren. Die Räder I, II, III . . . laufen unverrückbar auf der Achse W_3. Dagegen sind die Räder 1, 2, 3 . . . auf der Achse W_2 in deren Längsrichtung verschiebbar, weil sie zunächst auf einer hohlen Welle sitzen, die sich wie eine Hülse auf der durch sie gehenden vollen vierkantigen Welle W_2 hin und her schieben läßt. Die Verschiebung der Hülse erfolgt ähnlich wie die

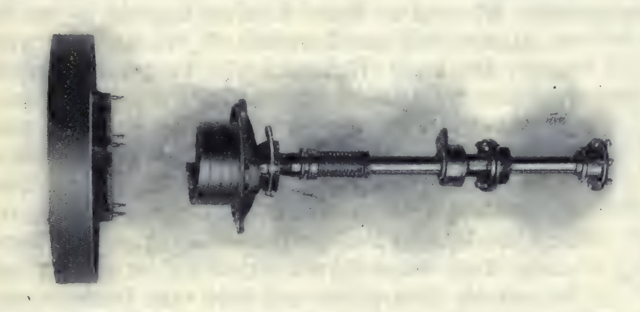


Fig. 38.

der Kupplungsscheibe durch den sie erfassenden Bügel b_1, der in Verbindung mit der Verschiebstange *St* steht. An dieser greift dann ein in der Zeichnung nicht sichtbarer, zum Führersitz gehender Handhebel an. Jeder einzelnen Stellung des Handhebels entspricht eine bestimmte Stellung der Hülse auf der Welle. Auf diese Weise kommen nacheinander die Räderpaare 1 I, 2 II, 3 III in Eingriff. Der ganze Räderkomplex führt den Namen Wechselgetriebe (oder „changement").

Da die Durchmesser der Treibräder 1, 2, 3 zunehmen, die des Vorgeleges I, II, III aber abnehmen, so stellt jeder Eingriff auch eine andere Geschwindigkeitsübertragung oder „Übersetzung" vor. Denn wenn z. B. der Durchmesser des Rades 1 10 cm, der des Rades I 20 cm beträgt, so verhalten sich auch ihre Umfänge, das sind die mit der Zahl π multiplizierten Durchmesser, wie $10\pi : 20\pi$ oder wie 1 : 2. Die Umfänge der miteinander in Eingriff stehenden Räder wälzen sich gleich schnell ab. Bei jeder Geschwindigkeit werden von beiden Zahnradumfängen gleiche Längen abgerollt. In unserem

Beispiel wird also bei einer vollen Umdrehung des Treibrades dessen Umfang einmal vollständig abgewickelt, der des größeren Rades jedoch nur zur Hälfte. Die mit dem größeren Rade verbundene Welle wird also nur mit der halben Geschwindigkeit der Antriebswelle bewegt, d. h. es findet eine Übersetzung ins Langsame statt. — Jedes Räderpaar stellt in ähnlicher Weise ein anderes Übersetzungsverhältnis in der Art her, daß der Nebenwelle immer größere Geschwindigkeiten erteilt werden können.

Aber auch diese Vorgelegewelle ist noch nicht der Träger der Wagenräder. Sehen wir, was da noch alles dazwischen liegt. Die Vorgelegewelle W_3 trägt an ihrem Ende ein Kegelrad m, das in ein gleiches, auf der Querwelle W_4 sitzendes, n, eingreift. Die Welle W_4 erhält also durch dieses Kegelräderpaar die gleiche Geschwindigkeit wie W_3. Auf ihren beiden Achsenenden sitzen in unserem Falle zwei Kettenräder $K_1 K_1$, denen zwei andere Kettenräder $K_2 K_2$ auf der Wagenradachse entsprechen. Durch die über diese Räder geschlungenen Ketten erfolgt schließlich die Bewegungsübertragung auf die Wagenräder. Diese Räder sitzen unverkeilt auf der Achse A auf, die nur als Träger dient und selbst keine Bewegung erhält. Demnach sind die hinteren Kettenräder auch direkt mit den Wagenrädern verbunden. (Fig. 39)

Fig. 39.

Nunmehr überblicken wir den ganzen Gang der Maschine.

Der durch die Explosion des Gemisches bewegte Kolben erzeugt eine Drehung der Kurbel-(Motor-)welle, diese ist bei eingeschalteter Kupplung mit der Getriebewelle starr verbunden, so daß beide wie eine einzige Welle arbeiten. Die dieser erteilte Geschwindigkeit wird durch die Vorgelegewelle stufenweise herabgesetzt, um von hier auf die beiden querliegenden Achsen — Kettenrad- und Wagenradachse — übertragen zu werden.

Die verschiedenen Geschwindigkeiten werden dem Wagen durch Einstellen der verschiedenen Räderpaare des Zahnräderwechselgetriebes gegeben. Beim Übergang von einer Übersetzung auf eine andere muß somit ein Paar außer Eingriff gesetzt und beim nächsten Paar ein solcher hergestellt werden. Der hierzu erforderliche Kraftaufwand ist ziemlich bedeutend. Um ihn zu verringern, wird immer beim Geschwindigkeitswechsel durch Ausrücken der Kupplung der Motor vom Getriebe abgeschaltet; die Kraftübertragung ist so lange unterbrochen, das Aus- und Einrücken der Räder

geht dann leichter, rascher und möglichst stoßfrei vor sich, was zur Schonung der Räderzahnkränze notwendig ist.

Eine besondere Einrichtung der meisten Getriebeausführungen ist aus der Fig. 36 noch zu erkennen. Wir haben gesehen, daß durch allmähliches Verschieben der Hülse *h* nach rechts nacheinander die 3 Paare znm Eingriffe kamen; dabei wurde entsprechend den Räderdurchmessern die Geschwindigkeit der Vorlegewelle zwar immer größer, blieb aber trotzdem stets unter der Geschwindigkeit der Treibwelle. Hier aber ist es dennoch möglich, zum Schlusse die ganze Motorgeschwindigkeit auf den Wagen zu übertragen. Es genügt hierzu, die Hülse *h* noch weiter nach rechts so lange zu verschieben, bis die beiden Klauenscheiben s_1 s_2 ineinandergreifen, von denen die eine der Hülse *h*, die andere einem Kegelräderpaar *op* zugehört. Es steht dann keines der Stirnräderpaare mehr in Eingriff, vielmehr erfolgt die Übertragung durch das zweite Kegelräderpaar *op*, analog wie früher durch *mn*, wieder auf die Achse W_4 und schließlich auf die Wagenräder. Das Vorgelege ist also ganz ausgeschaltet nnd es findet bis zur Welle W_4 keinerlei Übersetzung statt Man spricht dann vom „direkten Eingriff". Diese vierte Stufe ist die höchste Geschwindigkeit, die übertragen werden kann. Es ist natürlich nicht unbedingt nötig, den direkten Eingriff bei der höchsten Geschwindigkeit einzurichten, also bei der 3., wenn 3 Stufen, bei der 4., wenn 4 zur Verfügung stehen Im Gegenteil: aus ökonomischen Gründen wird man trachten, möglichst viel mit direktem Eingriff zu fahren; da aber die größte Geschwindigkeit für das Durchschnittstempo in der Regel zu rasch sein wird, wäre es vorzuziehen, eine kleinere Stufe mit dem direktem Eingriffe zu versehen. Auch solche Ausführungen sind bekannt geworden.

Die besprochenen Stellungen erteilen dem Wagen Vorwärtsfahrt in 4 Abstufungen. Es sind noch zwei wichtige Stellungen zu besprechen, in die die Hülse *h* gebracht werden kann. Wenn wir nämlich die Hülse aus der 4. Stellung über 3 und 2 in die Stellung 1 zurückführen, so ist noch eine weitere Verschiebung nach links möglich; es wird dann wieder keines der Räderpaare in Eingriff stehen, und eine Kraftübertragung findet trotz eingerückter Kupplung nicht statt. Der Wagen steht still, obwohl der Motor weiter arbeitet, die Getriebewelle läuft nur leer mit; diese Stellung wird auch als Leerlauf bezeichnet. Sie ist wichtig, namentlich beim Ankurbeln. Denn bei Einstellung irgend einer Übersetzung,

wo also gewissermaßen der ganze Wagen am Motor hängt, könnte der Fahrer kaum die Kraft zum Ankurbeln aufbringen — zum Glücke für ihn, weil er ja sonst von dem anfahrenden Motor überrannt werden würde.

Vorwärtsfahren und Stehenbleiben, diese beiden Manöver verstehen wir nun auszuführen. Nicht minder häufig kommt aber der Automobilist in die Lage, seinen Wagen auch zurückweichen lassen zu müssen. Auch das ist mit einem Griffe möglich. Der gewöhnliche Viertaktmotor selbst kann freilich seine Bewegungsrichtung nicht umkehren, so muß eben wieder das Getriebe herangezogen werden. Wir schieben also noch einmal die Hülse *h* weiter und zwar über die Leerlaufstellung bis in die äußerste Lage nach links. Es gelangt dadurch das Rad 1 der Treibwelle (Fig. 40) auf das einer unterhalb gelagerten Welle aufsitzende Rädchen 4; mit diesem verbunden ist Rädchen 5, das Rad I in einer der früheren entgegengesetzten Richtung dreht, so daß die ganze Fahrtrichtung sich umkehrt. Im allgemeinen sind für Rückwärtsbewegung nicht mehrere Übersetzungsmöglichkeiten vorgesehen und wohl auch kaum notwendig. Die

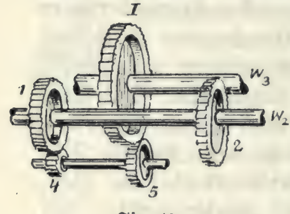


Fig. 40.

Fig. 41 läßt erkennen, daß bei dieser Bauart der Übergang von der größten zur kleinsten Geschwindigkeit nicht unmittelbar sondern nur durch die Zwischenstufen möglich ist. Diesem Nachteil kann man entgehen, indem der hier verschiebbare Räderblock 1, 2, 3 . . . geteilt wird. Es muß dann aber jeder Blockteil eine eigene Verschiebstange *St* erhalten (s. Fig. 41).

Das Differential. Zu allen den bisher behandelten Mechanismen pflegt noch ein wesentlicher hinzuzutreten, ohne den es im allgemeinen unmöglich wäre, anders als geradeaus in gleicher Richtung zu fahren. Denn wie wir sahen, erhalten beide Wagenräder, gewöhnlich die hinteren, denselben Antrieb, drehen sich also gleich schnell. Nun ist es aber beim Wenden oder bei Krümmungen nötig, daß sich ein Rad, jeweils das innere, langsamer drehe als das andere, eventuell ganz still stehe oder sogar seine Bewegungsrichtung umkehre. Mit der bisherigen Anordnung wäre dies ganz und gar unmöglich. Es muß also der Antrieb vor den Rädern gewissermaßen geteilt werden, und jedes Rad erhält nur den im Augenblick zu beanspruchenden Anteil. Sollen sie gleich schnell

laufen, dann sind die Anteile gleich; muß eines sich langsamer drehen, so bedarf es weniger Antriebes als das zweite, steht es gar still, so fließt die ganze Kraft in das andere. Es muß somit der Ausgleich der Geschwindigkeitsdifferenz, je nach den äußeren Anforderungen, ermöglicht werden. Man baut daher entweder auf die Räderachse oder auf die vor ihr liegende (W_4) ein sog. **Ausgleichsgetriebe** oder **Differential** ein (Fig. 42). Diese Achse (in der Fig. 36 W_4) ist unterteilt, und jeder Teil führt zu einem Kettenrade K_1 (oder, wenn das Differential auf der Hinterachse sitzt, zu je einem Wagenrad). Auf den inneren, einander zugekehrten Wellenenden, an der Teilungsstelle, sitzt je ein Kegelzahnrad d_2; zwischen diesen beiden, parallelen, gleich großen Rädern sitzt ein drittes, e, das mit beiden im dauerndem Eingriff steht und in einem alle drei Räder umgebenden Gehäuse (in der Fig. 42 stark schwarz ausgezogen) innen bei l drehbar gelagert ist; gewöhnlich ist noch zur Vervollständigung ein viertes Rad e vorhanden, das aber für das Funktionieren des Getriebes ohne Belang ist. Somit besteht das ganze Differential aus drei (oder vier) Kegelrädern. Mit dem Gehäuse ist außen ein Kegelrad verbunden, das entsprechend der Fig. 36 mit p bezeichnet ist; es erhält seinen Antrieb über o vom Getriebe aus. Das Ge-

Fig. 41. Wechselgetriebe eines Mercedes-Kettenwagens der Daimler-Motoren-Ges. in Stuttgart-Untertürkheim. Die 4. Geschwindigkeit hat direkten Eingriff.

häuse sitzt mit zwei Hülsen lose auf je einem Wellenteil von W_4; dagegen sind die Kegelräder d_2 d_2 auf den Enden dieser Wellenteile verkeilt aufgesetzt, also mit ihnen starr verbunden..

Die Wirkungsweise ist nun folgende.

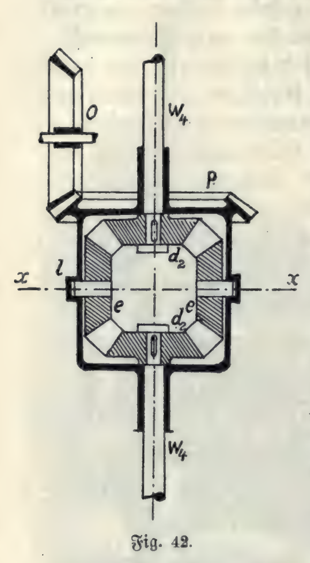


Fig. 42.

a) Bei gerader Fahrt: Rad o dreht Rad p und das mit ihm verbundene Gehäuse. Jeder Punkt des Gehäuses beschreibt also Kreise um die Achse W_4. Ein solcher Punkt ist auch l, die Lagerstelle für das Rad e. Dieses Rad e hat somit das Bestreben, sich um W_4 zu drehen (Fig. 42 und 43). Dieses Bestreben äußert sich als Druck auf die Zahnkränze der Räder d_2 d_2, der Druck sucht auch diese Räder, und zwar beide im selben Sinne zu drehen. Wenn die Räder dem Drucke nachgeben können, erfolgt ihre Drehung und zugleich die der Wellenteile W_4 mit gleicher Geschwindigkeit. Eine eigentliche Differentialwirkung liegt dann noch gar nicht vor; es ist so, wie wenn kein Differential, sondern nur eine feste, aber gekröpfte ⎯⎡⎤⎯ Achse vorhanden wäre, die man bei der Kröpfung gefaßt und gedreht hätte. Anders aber stellt sich der Vorgang bei

b) Fahrt in Krümmungen (Kurven) dar. Der Antrieb des Gehäuses ist derselbe wie früher. Wieder wird das Rädchen e sich um die Achse von W_4 drehen und durch Vermittlung der gekeilten Räder d_2 die Wellen mitzudrehen suchen. Da tritt aber nun ein Widerstand auf. Denn wie beim Schwenken einer Kolonne der äußerste Flügelmann rasch gehen muß, der innerste langsamer zu gehen oder selbst stille zu stehen hat, so wird das äußere Rad des Wagens, das wir uns auf W_4 sitzend denken (oder das mit ihm verbundene Kettenrad) einen großen Kreis machen wollen, das innere einen kleinen, d. h. die Geschwindigkeiten sind außen und innen verschieden. Es müssen somit auch die Wellenteile und schließlich die auf ihnen sitzenden Kegelräder d_2 sich verschieden rasch drehen

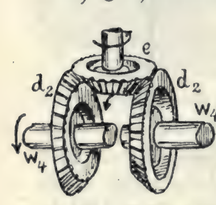


Fig. 43.

können. Und das ist auch möglich. Denn das Rad e kann sich in seinem Lager l um seine eigene Achse xx drehen. Dieses Rad führt in diesem Falle gleichzeitig zwei Drehungen aus: eine Drehung mit dem ganzen Gehäuse um die Achse von W_4 und eine zweite Drehung im Gehäuselager l um seine eigene Achse xx. Um sich die Folgen hiervon klar zu machen, ist es vielleicht am besten, wenn man die gleichzeitigen Bewegungen dieses Rades in Gedanken hintereinander verfolgt. Die erste Drehung um W_4 als Achse ergibt zwei gleich starke Impulse auf die Zahnkränze von d_2, würde also diesen ganz gleiche Geschwindigkeit in der gleichen Richtung erteilen. Nun sei einmal angenommen, die beiden Räder d_2 würden dadurch gedreht, daß sich das Zwischenrad e um sich selbst, aber an Ort

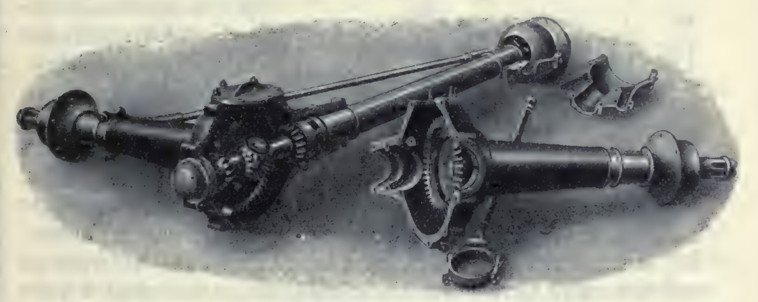


Fig. 44. Differential mit Welle und Gehäuse eines Mercedes-Wagens der Daimler-Motoren-Ges. in Stuttgart-Untertürkheim.

und Stelle, drehe. Dann erfolgt auf jeden Zahnkranz d_2 wieder der gleiche Impuls, aber die erteilten Bewegungen werden jetzt entgegengesetzte Richtungen haben. Wir müssen uns nun wieder die Gleichzeitigkeit dieser Vorgänge vorstellen und finden so leicht, daß zu den beiden gleich gerichteten Impulsen infolge der ersten Drehung je ein neuer, zweiter Impuls infolge der zweiten Drehung sich gesellt; auf einer Seite ist dieses zweite Drehbestreben dem ersten gleichgerichtet, wird also die vorhandene Geschwindigkeit vergrößern, dagegen auf der anderen Seite, wo es dem ersten Antrieb entgegenzuwirken sucht, die Verminderung der Geschwindigkeit herbeiführen. Und das war ja von Anfang unser Ziel!

In ähnlicher Weise können statt der Kegelräder auch Stirnräder verwendet werden.

B. **Zahnradübertragung mit Gelenkwellen- oder Cardan-Antrieb.**

Das Wechselgetriebe ist genau so wie früher angeordnet (Fig. 45). Dagegen entfällt hier die Querwelle W_4, die früher als Differentialwelle ausgebildet war und die beiden Antriebskettenräder zu tragen hatte. Vielmehr erfolgt die Übertragung von der Motor- bzw. Vorgelegewelle mit Hilfe der Cardans direkt auf das Differential. Auf der Differentialwelle sitzen sodann die Hinterräder des Wagens. Es ist zu beachten, daß hier diese Welle nicht nur Stütze der Räder ist, daß sie nicht nur trägt, sondern auch Kraft überträgt. Die Räder sind daher mit den Wellenden fest verbunden.

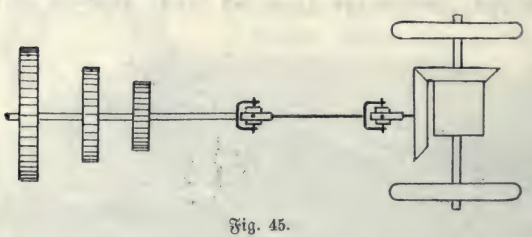


Fig. 45.

Ein Cardan ist ein Universalgelenk, das zwei Wellen miteinander gelenkig verbindet, derart, daß beide Wellen während ihrer Drehung in der Achsenebene kleine Schwingungen machen können. Die Wirkungsweise ist aus der schematischen Figur 46 leicht zu verstehen. Den Kern bildet ein würfelförmiges Kreuzstück mit den aufeinander senkrecht stehenden Achsen 11 und 22 (Fig. 46a). Um diese Achse schwingen die Bügel $b\,b$, deren Fortbildung die Wellen w_1 und w_2 sind. Die Drehung einer Welle, z. B. w_1, nimmt daher das Kreuzstück samt den Achsen und somit auch die andere Welle mit, ohne daß dabei die Beweglichkeit der Bügel b um die kurzen Kreuzstückachsen irgendwie beeinträchtigt würde.

Der Streit, ob der Kettenoder der Cardanantrieb vorteilhafter sei, ist noch immer nicht beendet. Theoretisch lassen sich für beide Systeme Vor- und Nachteile aufstellen. So wirft man, — um nur eines anzuführen — der Kette starkes Geräusch und rasche Abnutzung vor, während beim Cardanantrieb wieder die schwer zu vermeidende bedeutende Belastung der Hinterachse manche Unannehmlichkeit nach sich zieht. Indessen ist die Praxis — wie so vielfach gerade im Automobilbau — über alle theoretischen Bedenken hinweggeschritten und hat deutlich und mit Erfolg die Ausführung des Cardanantriebes begünstigt.

C. **Reib- oder Friktionsscheibenantrieb.** Weit seltener als

die Übertragung mit Zahnräderwechselgetriebe findet sich der Friktions- oder Reibscheibenantrieb, trotzdem ihm unleugbar Vorteile zuzusprechen sind. Vor allem die ganz bedeutende Einfachheit und damit zusammenhängend: Übersichtlichkeit. Ferner ist die technische Lösung des Geschwindigkeitswechsels durch verschiebbare Plan- und Konusscheiben weit einwandfreier als die mittels seitlich zum Eingriff gebrachter Zahnräder, die eigentlich dem technischen Empfinden direkt zuwiderläuft. Dennoch muß man billigerweise gestehen, daß gerade diese scheinbar untechnische Lösung allgemein durchgedrungen ist und sich glänzend bewährt, während die Friktionstypen sich nicht verbreitet haben. Allerdings wird man sagen müssen, daß eben, von der Bewegung mitgerissen, die meisten Konstrukteure sich der immer gründlicheren Durchbildung der Rädervorgelege widmeten, während nur wenig Arbeitskraft für das Verbessern des Friktionsantriebes übrig blieb. Seiner Anwendung bei Übertragung großer Kräfte stehen wohl erhebliche konstruktive Schwierigkeiten entgegen; aber selbst bei kleinen Wagen (Volksautomobilen), wo sie unleugbar zweckmäßig wären, kommen sie allmählich aus der Mode.

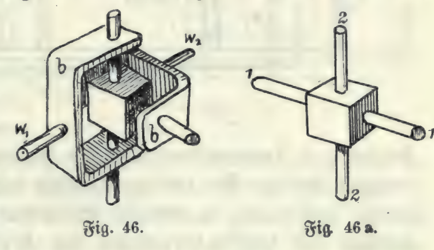


Fig. 46. Fig. 46 a.

Im einfachsten Falle findet man hier mit zwei flachen zylindrischen Planscheiben, im rechten Winkel zueinander angeordnet, das Auskommen, gewiß ein bescheidener Apparat. Und dennoch steckt in ihm schon die Kupplung und der Geschwindigkeitswechsel. Die eine Scheibe S_1 (Fig. 47) ist mit dem inneren Ende der Motorwelle fest durch Keil verbunden; die zweite S_2 ist auf ihrer Welle a nach beiden Richtungen verschiebbar. Das wird wieder in einfacher Weise durch einen Arm b erzielt, der mit dem einen Ende die Scheibennabe faßt, mit dem anderen, als Schraubenmutter m ausgebildeten Ende die Schraubenspindel V umgreift. Die Spindel ist beiderseits im Rahmen des Wagenuntergestelles gelagert; sie kann sich also nur am Orte drehen; dabei aber wird sich die nicht drehbare Mutter m samt dem Arm b längs des Gewindes verschieben. Der Arm b nimmt dann endlich die Scheibe S_2 mit.

Die Treibscheibe S_1 rotiert beständig mit der Geschwindigkeit der Motorwelle; dabei beschreibt jeder Punkt ihrer Fläche einen

Kreis, dessen Halbmesser dem Abstand dieses Punktes vom Mittelpunkte der Fläche entspricht. Alle diese konzentrischen Kreise werden in gleichen Zeiten von den einzelnen Punkten durchmessen. Die Geschwindigkeit, mit der sich jeder Punkt bewegt, das ist der Weg in der Zeiteinheit (1″), ist also natürlich verschieden für je den Abstand.

Die Scheibe S_2 wird nun an S_1 angedrückt. Hierbei tritt eine von der Größe der Anpressung abhängende Reibung auf; diese Reibung bewirkt es, daß die Scheibe S_2 von der bewegten Treibscheibe S_1 mitgenommen wird. Die weitere Bewegungsübertragung ist einfach und erfolgt z. B. mit Ketten und Kettenrädern auf die Hinterräder des Wagens in bekannter Weise. Die Geschwindigkeit der übertragenen Bewegung hängt davon ab, in welchem Kreise die Scheibe S_2 die Scheibe S_1 berührt. Es besteht hier genau wie bei den Zahnrädern die Beziehung, daß sich die Übersetzung als Verhältnis der sich berührenden Umfänge ergibt. Sie ist also am größten, wenn die Scheibe S_2 ihre äußerste Stellung einnimmt, weil sie dann mit dem größten Kreise der Treibscheibe S_1 in Berührung steht. Wären diese beiden Kreise z. B. gleich groß, so wäre das Verhältnis der Umfänge (oder Radien) 1 : 1, d. h. die ganze Motorgeschwindigkeit würde ohne Verringerung auf die Wagenräder übertragen werden (entsprechend dem früher erklärten „direkten Eingriff"). Gegen die Mitte zu wird mit dem abnehmenden Radius des berührten Kreises die übertragene Geschwindigkeit immer kleiner, um in der Mittelstellung selbst Null zu werden. Diese Stellung entspricht also dem Leerlauf des Motors und Stillstand des Wagens. Indessen würde hierbei dennoch eine bedeutende Abnützung der Scheibenumfänge stattfinden, weil sich die Scheiben tatsächlich ja nicht in einer Linie, sondern in einer Fläche berühren. Man zieht es darum vor, in dieser Stellung die Scheiben einfach ein wenig voneinander zu entfernen, den Andruck und damit die Reibung als

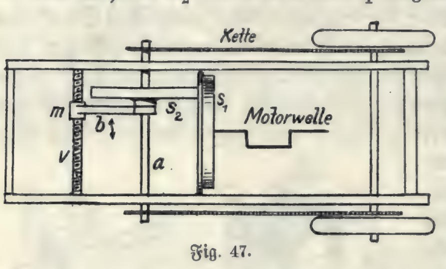
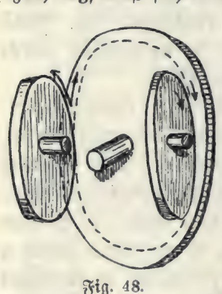


Fig. 47.


Fig. 48.

Ursache der Bewegung aufzuheben. — Ein weiteres Hinausschieben der beweglichen Scheibe in der bereits eingeschlagenen Richtung bringt sie über den Mittelpunkt der Treibscheibe hinaus auf deren zweite Kreishälfte. Wie man aus der Fig. 48 leicht sieht, genügt das zur Umkehrung der Bewegung, d. i. zur Rückwärtsfahrt (Reversieren genannt).

So bestechend einfach und bequem die ganze Anordnung ist — man darf auch die gegen sie gemachten Einwände nicht übersehen.

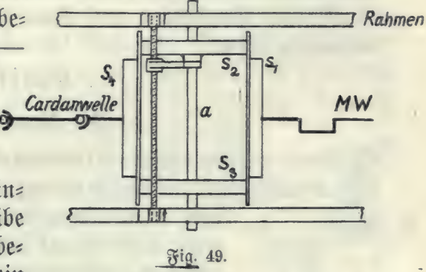


Fig. 49.

Man hat vor allem geltend gemacht, daß bei diesem einseitigen Andruck die Treibscheibe S_1 ungünstig auf Biegung beansprucht wird, was weiter ein „Ecken" der Scheibe auf der Motorwelle (MW) und mitunter auch Brüche der Scheibe im Gefolge hat. Dieser Einwand ist zweifellos berechtigt, und die Konstrukteure haben ihm dadurch zu begegnen versucht, daß sie auf der Welle a (Fig. 49) noch eine zweite, unverrückbare aber lose sich drehende Scheibe S_3 anbrachten und überdies auch der Treibscheibe eine weitere — 4. — Planscheibe entgegenstellten (Maurer). Jedoch ist immer nur eine der beiden Reibscheiben verschiebbar.

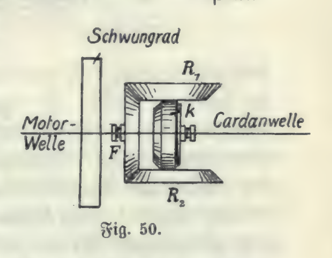


Fig. 50.

Auch den geltend gemachten großen Verschleiß der Scheiben haben neuere Konstruktionen zu vermeiden versucht. Als Beispiel sei das Erdmann-Getriebe angeführt (Fig. 50). Der Antrieb erfolgt vom Motor aus durch die Scheibe F, die hier eine konische Lauffläche hat, auf die gleichfalls konischen, zu ihr im rechten Winkel stehenden Scheiben R_1 und R_2. Diese beiden letzteren Scheiben sind auch gleichzeitig als Planscheiben verwendet, indem ihre Stirnflächen gegen eine besonders ausgebildete Scheibe K drücken. Diese Scheibe hat eine zylindrische Reibfläche, mit der sie von den Scheiben R_1 und R_2 mitgenommen wird. Sodann überträgt sie die Bewegung durch die Cardanwelle, auf der sie sitzt, unmittelbar auf den Wagen. Außerdem hat sie einen Reibkonus, durch den sie mit der Innenfläche von F

eine Friktionskuppelung bilden kann. Denn sie ist auf der Cardanwelle nach beiden Achsrichtungen verschiebbar. Ist K durch Linksrücken in F ganz eingeschoben und an diese Scheibe angepreßt, so werden gleichzeitig automatisch R_1 und R_2 abgehoben, und der Motor kann nunmehr direkt auf die Cardanwelle arbeiten. Dabei werden die Reibscheiben, weil sie nur bei kleinen Geschwindigkeiten (Anfahren, Bergfahren und Reversieren) verwendet werden, bedeutend geschont.

6. Kapitel.

Die Bremsen.

Ebenso wichtig wie die Einleitung der Bewegung des Wagens ist natürlich auch ihre Hemmung; so wichtig, daß man sich nie mit einer einzigen dazu geeigneten Vorrichtung, meist nicht einmal mit zweien begnügt, sondern gewöhnlich drei, voneinander ganz unabhängig wirkende und gesondert zu bedienende Bremsen anordnet. Im allgemeinen wirkt gewöhnlich eine der Bremsen auf das Getriebe und eine auf die Wagenräder. Die Getriebebremse erhält ihren Platz heute fast immer zwischen Wechselgetriebe und Differential.

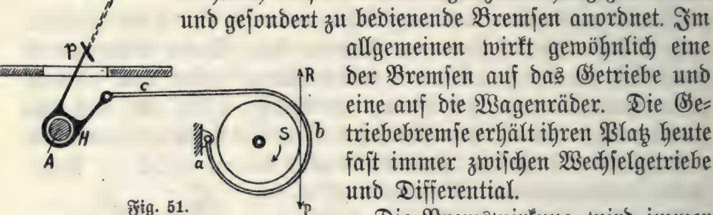


Fig. 51.

Die Bremswirkung wird immer dadurch erzielt, daß man die vorhandene Bewegung durch Reibung zu hemmen sucht. Je nach der Art der Ausführung lassen sich Band- und Backenbremsen unterscheiden. Beiden gemeinsam ist eine, auf der zu bremsenden Welle sitzende Bremsscheibe, an der die eigentliche Bremswirkung erzielt wird.

Die Fig. 51 zeigt schematisch das Prinzip der Bandbremse. Um die zylindrische Bremsscheibe S ist ein breites Stahlband b geschlungen (in der Zeichnung der Deutlichkeit halber mit weitem Zwischenraum wiedergegeben). An einem Ende, bei a, ist das Band fixiert, mit dem zweiten ist die Zugstange oder das Zugseil c verbunden, das zu dem Winkelhebel H führt. Dieser läßt sich durch den Fuß des Fahrers oder mittels eines Handhebels (punktiert gezeichnet) um die Achse A drehen, die er als Hülse umgreift. Durch Anziehen des Handgriffes oder Niederdrücken des Pedales p wird das Bremsband so fest an die Bremsscheibe gedrückt, daß diese in ihrer Bewegung gehemmt ist. Die Bewegung der Scheibe wird

durch eine Kraft bewirkt, die am Scheibenumfange einen bestimmten Wert hat, z. B. P. Soll die Bewegung vernichtet werden, so muß an dieser Stelle eine ebensogroße, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft erzeugt werden; das ist eben die Reibung. Bei jedem Druck eines Körpers auf einen anderen entsteht eine diesem Drucke entsprechende Reibung, die einer Bewegung des Körpers sich widersetzt, also immer der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist. Je größer der Andruck, desto größer die Reibung. Durch stärkeres Anziehen des Bandes wird man also in der Lage sein, die Kraft der Reibung, R, schließlich dem Betrage von P zu nähern und gleich zu machen. Das Bremsband soll bei gelöster Bremse nicht auf der Scheibe schleifen, sondern freiliegen oder hängen, weil sonst, abgesehen von der Abnützung, unerwünschte Bremswirkungen zustandekommen können. In dem skizzierten Beispiele (Fig. 52) ist das Band federnd an seinem obersten Punkte aufgehängt. Beim Anziehen wird diese kleine Federwirkung überwunden. Die Wirkungsweise ist sofort verständlich. Durch Zug an 1 in der Pfeilrichtung wird der Winkelhebel 2 aufwärtsgedreht, dadurch die Stange 3 gehoben, der mit dem einen Bandende verbundene Winkelhebel 4 gleichfalls nach oben gedreht und der an dem andern Ende angesetzte Hebel 5 angezogen. An diesem Hebel ist übrigens eine Vorrichtung zum Nachspannen: der Hebel setzt sich nämlich aus zwei Muttern und einer Spindel zusammen; durch Drehen der Spindel nähern sich die auf ihr gleitenden Muttern.

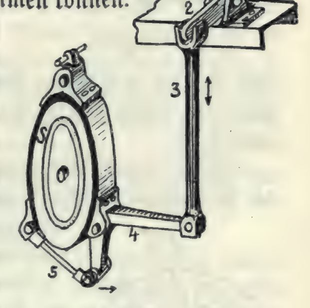


Fig. 52.

Backenbremsen. Die größere Anzahl der heute im Automobilbau verwendeten Bremsen gehört zu ihnen. Hier wird die Reibung dadurch hervorgerufen, daß backenförmige Körper, Bremsklötze, gegen den inneren oder äußeren Umfang einer Bremsscheibe angepreßt werden. Danach sind es Innen- oder Außenbackenbremsen. Gegenüber den Bandbremsen haben sie den großen Vorteil, daß sie ohne weiteres in beiden Richtungen bremsend wirken können. Die Backen sind immer paarweise angeordnet.

Ein Beispiel einer Außenbackenbremse gibt Fig. 53, die zugleich die Art des Andrückens und Abhebens der Backen erkennen läßt. Die unteren Drehpunkte der Backen B sind fest gelagert (oo);

oben enden die Backen in 2 Ansätze *a*, durch die eine kleine Spindel mit rechtem und linkem Gewinde gesteckt ist. Beim Drehen dieser Spindel, durch Betätigen des Fußtrittes *F*, schieben sich die als Muttern ausgebildeten Ansätze *a* auf den Gewinden gegen- oder auseinander; dadurch drehen sich die Backen um die Punkte *oo*, wobei sie sich von der Bremsscheibe entweder abheben oder an sie anpressen.

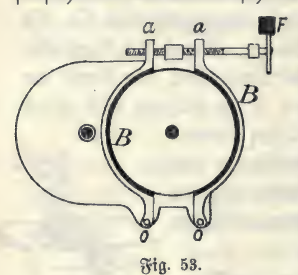


Fig. 53.

Eine Innenbackenbremse ist in Fig. 54 wiedergegeben. *bb* sind die um den gemeinsamen Zapfen *Z* drehbaren Backen. Drehen des Hebels *h* bewirkt Andrücken gegen die Innenfläche der Bremsscheibe *S*; mit *h* ist der sog. Schlüssel *s* verbunden, dessen Flächen sich gegen die oberen Backenenden lehnen. Wird die Bremse durch den Hebel *h* angezogen, so dreht sich der Schlüssel und stemmt mit seinen Enden die Backen auseinander; wird sie gelöst, so heben sich die Backen infolge der Zugfederwirkung ($f_1 f_2$) wieder ab.

Solche Innenbackenbremsen können bei Wagen mit Kettenantrieb als Radbremsen leicht in das mit dem Wagenrad verbundene Kettenrad verlegt werden, das zu diesem Zwecke als Hohlkörper ausgebildet ist.

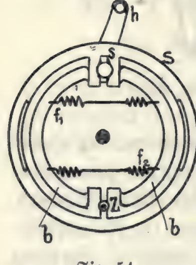


Fig. 54.

Die Bremswirkung wird erleichtert, und der Motor wird geschont, wenn dafür gesorgt ist, daß beim jedesmaligen Einschalten der Bremse der Motor selbst abgeschaltet wird. Am sichersten wird dies dadurch erreicht, daß man das Pedal für die Bremse mit dem für die Kuppelung so verbindet, daß beim Niederdrücken des Bremspedales auch das Kuppelungspedal zwangsläufig mit niedergedrückt und die Kuppelung dadurch ausgeschaltet wird.

(Dagegen wäre es ein Irrtum, zu glauben, daß bei der eben erwähnten Einrichtung auch umgekehrt beim Niederdrücken des Kuppelungspedales das Bremspedal mitgenommen werden müsse. Dies hätte leicht die unerwünschte Folge, daß beim Umschalten der Motor abgebremst würde und auf der eingeschalteten Stufe stehen bliebe.)

Bei dem häufigen Gebrauche der Bremsen ist die Abnutzung begreiflicherweise ziemlich bedeutend und ein Versagen als Folge da-

von leicht möglich. Auch zwischen Band (oder Backen) und Scheibe gedrungenes Fett kann die Bremswirkung wegen der herabgesetzten Reibung ganz oder teilweise vereiteln. Die Vermehrung der Bremsen soll daher gegen das Versagen einer einzelnen schützen. Doch bietet im seltenen Falle, wo alle Bremsen versagen sollten, der Motor selbst eine Handhabe, den Wagen zum Stillstand zu bringen.

In ebener Strecke genügt unter Umständen Einstellen der Rückwärtsfahrt. Dieses Mittel ist aber nicht anwendbar bei steigendem Terrain, wenn es sich darum handelt, nicht nur ohne Bremse die Vorwärtsfahrt zu hemmen, sondern auch das Rückrollen des Wagens infolge der Geländeneigung zu verhindern. In diesen Fällen muß vor allem der Antrieb unterbrochen werden, d. h. man stellt den Motor ab, indem man ihm z. B. durch Unterbrechen der Zündung keine Gelegenheit zu einem Arbeitshub gibt. Wenn man dann noch im Wechselgetriebe die kleinste Geschwindigkeit eingeschaltet läßt, so wird die lebendige Kraft des rollenden Wagens zunächst allerdings noch den Motor im Gange zu halten suchen, aber bald nicht mehr hinreichen, die Widerstände der Kolbenbewegung (Leerlaufarbeit des Motors) zu überwinden, um so weniger, als diese Kraft zum Teil auch zur Kompression des vom Motor noch angesaugten Gemisches (oder der Luft) verwendet wird.

Da sich ohne besondere Vorrichtung dieses Gemisch nun wieder ausdehnen würde, so erhielte man hierbei wieder eine Arbeitsleistung zurück, die die zu erzielende Bremsleistung beeinträchtigen müßte. Will man daher mit dem Motor selbst wirklich eine ziemlich vollkommene Bremswirkung erzielen, so muß man, wie es z. B. Saurer getan hat, dem komprimierten Zylinderinhalt (hier statt des teuren Benzins billige Luft) Gelegenheit geben zu entweichen, bevor er sich ausdehnt. Dazu ist die Nockenwelle so ausgebildet, daß sie, für Bremszwecke verschoben, die Auspuffventile am Ende des 2. Taktes hebt. Der Motor arbeitet jetzt im Zweitakt: im 1. saugt er Luft, die im 2. zusammen- und, gegen das Hubende, hinausgedrückt wird.

Gegen das Zurückrollen wird als mechanischer Schutz häufig eine Bergstütze angeordnet, die beim Bergauffahren in Tätigkeit gesetzt wird. Es ist dies ein massiver oder hohler, in eine Spitze oder Gabel endigender Eisenstab, der um ein Scharnier am Untergestell des Wagens drehbar angebracht und für gewöhnlich aufgezogen ist. Durch Nachlassen eines Zugseiles senkt sich der Stab,

und die Spitzen werden sich dem Zurückrollen durch Einbohren in den Erdboden entgegenstellen.

Denselben Zweck erfüllen auch Sperrklinken, die ein Zahnrad in einer Richtung an sich vorbeigleiten lassen, bei der entgegengesetzten Bewegung aber sich den Zähnen entgegenstemmen.

7. Kapitel.

Die Steuerung des Wagens.

Drei Möglichkeiten gibt es, den Wagen zu steuern: durch Lenkung der Vorderräder, der Hinterräder, oder indem man alle vier Räder steuert.

Bei den heutigen Wagentypen findet sich fast ausschließlich die erste Art, auch dann, wenn der Antrieb auf die Vorderachse erfolgt (s. Elektromobile). Dabei wird nicht, wie bei den pferdegetriebenen Wagen, das ganze Vorderachsgestell um einen zentralen Punkt gedreht („Lenkschemel"), sondern die Achse bleibt in ihrem Hauptteil fest, trägt aber an den Enden angelenkte kurze Achsstummel, auf denen die Wagenräder sitzen. Es handelt sich somit darum, nur diesen Achsschenkeln eine Drehung zu erteilen. Soll hierbei ein Seitwärtsgleiten vermieden werden, so muß (Fig. 55) dafür gesorgt werden, daß sich die Vorderräder nicht parallel drehen, sondern daß alle Räder ungehindert um einen gemeinsamen Mittelpunkt kreisen können. Dieser Punkt ergibt sich jeweils als Schnittpunkt aller beweglichen Radachsen; er liegt somit auf der Hinterachse. Die beiden Achsschenkel ab und $a_1 b_1$ müssen daher gemeinsam eine vorgeschriebene Bewegung machen; sie sind zu dem Zwecke als zweiarmige Winkelhebel ausgestaltet; die Schenkel bc und $a_1 c_1$ werden durch die Stange cc_1 verbunden, und ihre Bewegung erfolgt durch die Verschiebung dieses Verbindungsstückes. Das besorgt eine vom Fahrer zu betätigende Lenkvorrichtung.

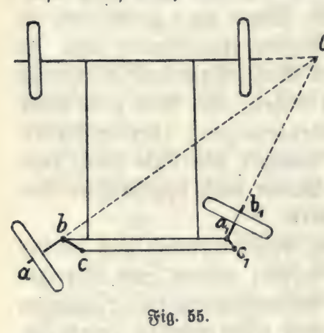


Fig. 55.

Das Lenkrad vor dem Fahrersitz ist ein für das Automobil so charakteristisches Organ, daß es allgemein gekannt sein dürfte. In der Automobilistensprache, die ihren Sportjargon dem Französi-

schen entnimmt, wird es „Volant" genannt. Von außen sieht man freilich nicht mehr als dieses Rad und eine lange, schräg nach vorn gehende Metallhülse. In dieser sitzt drehbar die mit dem Volant festverbundene Steuersäule *s*. (Fig. 56.)

In der Nähe des unteren Endes trägt diese einige wenige Windungen einer flachen Schnecke *a* (Schraube), in die ein gezahnter Sektor *b* eingreift. Beim Drehen des Handrades schiebt das Schneckengewinde die Sektorzähne vorwärts, wobei der Sektor eine Drehung um seine Achse *A* ausführt. Gleichzeitig dreht sich die armartige Verlängerung *C* des Sektors mit und überträgt die Bewegung über die Büchse *B*

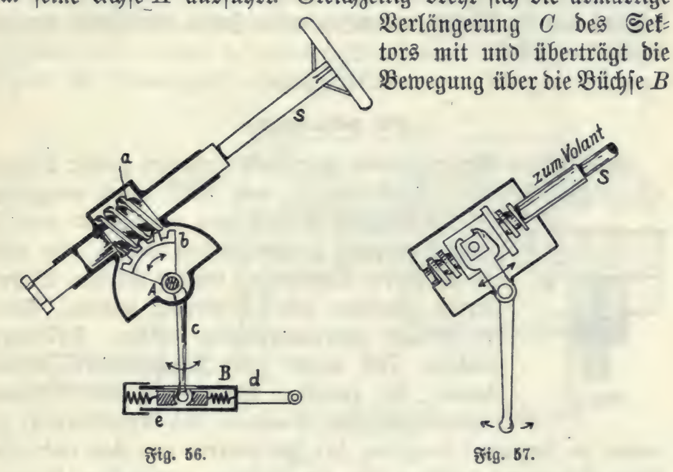


Fig. 56. Fig. 57.

auf die Stange *d*, die ihrerseits zu dem Verbindungsstück der Lenkachsschenkel führt.

Wenn die Schraubengänge flach genug sind, so wird zwar bei einer Drehung der Schnecke eine Bewegungsübertragung auf den Sektor stattfinden; umgekehrt dagegen ist eine auf den Sektor ausgeübte Drehkraft nahezu außerstande, die Schraube zu bewegen. Diese als Selbsthemmung bezeichnete Eigenschaft der flachgängigen Schnecke ist überaus wertvoll, weil sie Rückwirkungen äußerer Kräfte auf die Schnecke und also auch auf die vom Fahrer besorgte Steuerung möglichst verhindert; solche Kräfte treten infolge der natürlichen Unebenheiten des Terrains oder infolge der Stöße durch Steine, Wasserrasten oder ähnliche Hindernisse auf und müssen wirkungslos bleiben, weil sonst infolge der beständigen Schwankungen des Handrades das Einhalten einer Richtung kaum möglich wäre.

Zur Schwächung dieser Stöße dient der in der Büchse *B* vorgesehene einfache Stoßfänger. Der Hebel *c* wird an seinem in die Büchse ragenden Ende von zwei Backen *e* umfaßt, die in der Büchse sich kolbenartig verschieben können und für gewöhnlich durch Federn in ihrer Lage gehalten werden.

Neben dieser Ausführung mit Schnecke und Rad ist häufig auch die mit Schraubenspindel und Mutter anzutreffen (Fig. 57). Durch die Drehung des Steuerrades und der Säule, die unten als Spindel ausgebildet ist, wird die auf der Spindel gleitende Mutter und dadurch ein die Mutter außen packender Hebel verschoben, der zur Steuerung führt.

8. Kapitel.

Die Schmierung.

Überall, wo Reibung beim Ineinanderarbeiten zweier Organe als schädlicher Widerstand auftritt, muß dieser durch ausgiebige und zweckmäßige Schmierung vermindert und so rasche Abnutzung hintangehalten werden. So wird vor allem die Schmierung bei den Kolben, Wellen, Zapfen, Kurbeln usw. notwendig werden, damit sie jederzeit gebrauchstüchtig bleiben. Selbstverständlich sind daher jene Mechanismen auszuschalten, die geradezu Entwicklung von Reibung beabsichtigen, wie Bremsen und Kupplungen, bei denen im Gegenteil sorgfältig das Hinzutreten von Fett oder ähnlichen Schmiermaterialien, die die Reibung vermindern könnten, zu vermeiden ist. Ein Verfetten der Brems- oder der Kupplungsscheiben an ihren arbeitenden Flächen wäre geradezu ein Übelstand, denn ein Versagen wäre damit notwendig verbunden. (Dies gilt übrigens nicht von einigen besonderen Lamellenkupplungen mit zähflüssiger Zwischenschicht, bei denen die Reibung zunächst durch den inneren Widerstand der Flüssigkeitszähigkeit und erst dann durch Oberflächendruck erzeugt wird.)

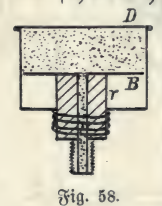


Fig. 58.

Dagegen müssen die übrigen Teile eine womöglich automatisch wirkende und dauernde Schmierung erhalten.

Bei einzelnen Teilen des Wagens besonders wird festes (konsistentes) Fett verwendet, das aus automatisch regulierten Behältern, den sog. „Staufferbüchsen", den zu schmierenden Teilen, z. B. Radachsen, beständig zufließt. (Fig. 58.) Der Federdruck überträgt sich auf die zwischen dem fixen Deckel *D* und dem beweglichen Boden

B eingepreßte Fettschicht und drückt, solange der Vorrat reicht, dieses Fett durch das Röhrchen *r* zu dem zu schmierenden Teile. Die Bedienung dieser Apparate beschränkt sich also auf die Wiederfüllung leergewordener Büchsen. Der mit einem Gewinde versehene Stiel der Büchse gestattet das Aufschrauben an jeder beliebigen Bedarfsstelle.

Die Hauptschmierung der wichtigsten hin- und hergehenden und der rotierenden Elemente des Gesamtmechanismus erfolgt heute bereits automatisch von einem Zentralapparate aus mit tropfbarflüssigem Material (Öl). In einem Behälter steht die Schmierungsflüssigkeit unter einem bestimmten Druck und fließt daher selbsttätig in ein Zentralgefäß oder Verteiler; von hier zweigen ver-

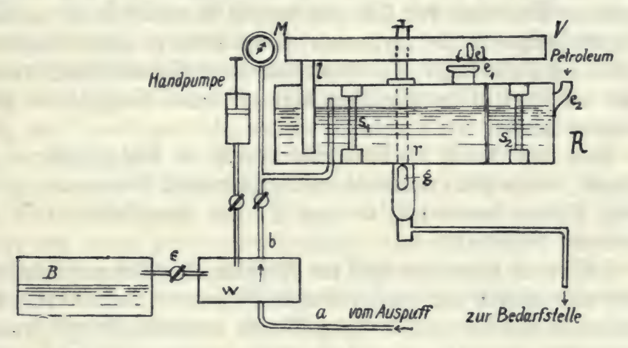


Fig. 59.

schiedene Leitungen ab, die das Öl tropfenweise den einzelnen Bedarfsstellen zuführen (Tropföler). Schaugläser im Sehbereich des Fahrers gestatten die regelmäßige Arbeit der Einrichtung zu kontrollieren, und ein Manometer (Druckmesser) zeigt den im Ölbehälter herrschenden Druck an; dieser wird durch Einleiten eines Teiles der vom Motorzylinder wegströmenden Auspuffgase, eventuell auch mit einer eigenen kleinen Handpumpe auf die geeignete Höhe gebracht.

In dem Schema Fig. 59 bedeutet *R* einen Behälter, der hier aus zwei Kammern besteht, von denen eine (links) mit Öl, die andere mit Petroleum gefüllt ist. Das Petroleum dient zur Reinigung der durch die Schmierung verschmutzten Teile (Kolben, Kolbenringe). Ein Teil der Auspuffgase gelangt durch das Rohr *a* in einen Vorraum *w*, von wo sie durch zwei Abzweigungen *b* und *c*

einerseits dem Behälter R und anderseits dem Benzinreservoir B zuströmen und beide Gefäße unter Druck setzen. Die Größe dieses Druckes ist auf dem Manometer M abzulesen. Zu Beginn der Fahrt, wo noch keine Auspuffgase vorhanden sein können, und dann, wenn der Druck dieser Gase etwa nicht hinreicht, um genügenden und raschen Zufluß an die erhitzten Teile zu sichern, z. B. bei starken Steigungen, zieht man meist noch eine kleine Handpumpe zur Unterstützung heran. An den Gläsern s_1 und s_2 läßt sich die jeweilige Höhe des Öl- und Petroleumstandes im Behälter erkennen. e_1 und e_2 sind die Einfüllöffnungen für Öl und Petroleum. Aus dem Behälter R fließt das Öl durch die Leitung L dem Verteiler V zu. r ist eine solche einzelne als Beispiel eingezeichnete Ableitung für Öl; gewöhnlich ist natürlich eine größere Anzahl solcher Rohre vorhanden, deren jedes zu einer besonderen Verbrauchsstelle führt. Die Rohre sind durch Nadelventile versperrbar; der Verlauf des Zuflusses kann an dem Schauglas bei g beobachtet werden.

Statt den Druck im Ölverteiler durch die Auspuffgase zu erzeugen, wird heute meistens eine eigene vom Motor aus getriebene Pumpe verwendet, die das Öl aus dem Reservoir in den Verteiler befördert.

Schließlich kann man auch ein Zirkulationssystem anordnen, bei dem man ähnlich wie bei der Wasserkühlung mit einer nahezu konstanten Menge Öl arbeitet, das beständig durch eine Pumpe den einzelnen Bedarfsstellen zu- und von diesen wieder zur Pumpe zurückfließt. Da die Pumpe vom Motor getrieben wird, paßt sich die Öllieferung selbsttätig den Änderungen der Motorleistung an. Auch hier muß nur für den Ersatz des verlorenen und unbrauchbar gewordenen Öles gesorgt werden.

9. Kapitel.

Die Regulierung.

Zwei Wege bieten sich für die Anpassung der Geschwindigkeit des Wagens an wechselnde Bedürfnisse. Der eine, rein mechanische, durch einen Wechsel des Übersetzungsverhältnisses im Zahnräder oder Friktionsscheibengetriebe. Dabei läßt man den Motor und seine abgegebene Leistung möglichst unberührt, man kann also mit dem günstigsten Wirkungsgrad arbeiten. Der andere Weg führt zu einer Regelung der Tourenzahl des Motors, wobei die Übersetzung ungeändert bleibt.

Es ist schon einmal angedeutet worden, daß der Berechnung und Dimensionierung des Motors selbstverständlich bestimmte Annahmen für die Leistung zugrunde liegen, die man von dem Motor erlangen will. Durchmesser des Zylinders, Umdrehungszahl und Kolbenhub bestimmen die Leistungsfähigkeit, konstantes Gemisch und konstante Kompression vorausgesetzt. Es ist also einzusehen, daß sich bei Änderung der veränderlichen Größen: Tourenzahl und Zusammensetzung oder Menge des Gemisches, der Wirkungsgrad ändert, ungünstiger wird. Trotzdem muß man, da das Wechselgetriebe im allgemeinen nur feste Stufen einstellen läßt, auch zur Regulierung mit Hilfe dieser Faktoren greifen, obwohl es natürlich weniger ökonomisch ist.

Ändert man z. B. die Menge des den Zylindern zufließenden Gemisches durch allmähliche Verengerung des Zulaufrohrquerschnittes mittlels einer eingebauten sog. Drosselklappe, so wird die Arbeitsfähigkeit des Motors begreiflicherweise fort und fort sinken, und im Augenblicke, wo die genannte Klappe die Zuleitung ganz verschließt, hört der Motor überhaupt auf zu arbeiten. Hierin liegt also sogar eine Bremsmöglichkeit, die auch reichlich ausgenutzt wird. Die Betätigung dieser Klappe erfolgt entweder durch den Fahrer mit einem Hand- oder Fußhebel oder automatisch im Zusammenhang mit der Tourenzahl des Motors durch einen kleinen Regulator, nach Art der bekannten auf der Fliehkraft beruhenden Schwungkugelregulatoren. Bei steigender Tourenzahl drängen die Kugeln auseinander und nehmen dabei eine auf der drehenden Achse verschiebbare Hülse mit, die diese Bewegung durch Hebel einfach auf die Klappe überträgt. Bei vielen Wagen kann man durch einen besonderen Fußhebel (Acceleratorpedal) den Regulator auch ausschalten, so daß die Drosselklappe auch bei steigender Tourenzahl nicht geschlossen wird. — Sehr häufig findet man alle 3 Drosselungseinrichtungen — Regulator, Hand- und Fußhebel — neben und unabhängig von einander an einem Wagen ausgeführt.

Einer weiteren Gelegenheit, auf die Leistung durch die Qualität des Gemisches Einfluß zu nehmen, wurde schon bei der Besprechung der Vergaser[1]) gedacht. Die Explosionsfähigkeit des Gemisches von Benzin und Luft hängt nämlich wesentlich von dem Verhältnisse ab, in dem sich die beiden Bestandteile mengen.

---

1) Vgl. S. 28 und 29.

Man kann annehmen, daß bei einem Gehalt von 91—92% Luft und 9—8% Benzin die Explosionsfähigkeit und daher die Explosionswirkung am größten sind; bei einem Steigen des Luftgehaltes wird das Gemisch benzinärmer und verliert schon bei 95% Luft überhaupt die Fähigkeit zu explodieren. Ebenso kann man den Beginn dieser Fähigkeit bei einem perzentuellen Verhältnis von ca. 87 : 13 finden, so daß die benutzbaren Grenzen recht eng sind; innerhalb dieser hat man es aber in der Hand, durch Verschieben der zu mischenden Mengen von Luft und Benzin mehr oder weniger kräftige Explosionen herbeizuführen. Es ist schon bei der Erwähnung der automatischen Vergaser darauf hingewiesen worden, daß dort eine selbsttätige Anpassung des Gemisches an die jeweilige Tourenzahl des Motors durch Regulierung der Zusatzluft vor sich geht; der von der Tourenzahl des Motors abhängige Unterdruck in der Saugleitung reguliert dabei das Einlaßorgan (Schieber) für die Zusatzluft.

Schließlich ist noch der im Kapitel über Zündungen[1]) bereits erwähnten Möglichkeit zu gedenken, durch ein zeitliches Verlegen des Zündaugenblickes, vor- oder rückwärts, die Tourenzahl zu steigern oder zu verringern.

Im normalen Gange müßte ja die Zündung ganz genau im Totpunkt des Kolbens, d. i. am Ende des Kompressionshubes, erfolgen; man müßte demnach auch die Funkenbildung genau in diesem Augenblick herbeiführen. Nun besteht aber zwischen dem Moment der Funkenbildung und dem der allgemeinen Explosion ein allerdings verschwindend kleiner, aber immerhin vorhandener Zeitraum, innerhalb dessen der Kolben bereits ein ganz kurzes Stück weitergegangen ist. Die eigentliche Explosion erfolgt somit ganz wenig verzögert, daher bereits bei geringerer Spannung, als der im Totpunkt vorhanden gewesenen. Das bedingt natürlich eine schwächere Explosion, einen schwächeren Vorstoß auf den Kolben, eine Tempoverzögerung, d. h. Verminderung der Tourenzahl; die Ordinate des Kompressionsdruckes im Diagramm (Fig. 5) fällt niedriger aus, das ganze Diagramm wird seiner Fläche nach kleiner, die Leistung ist gesunken. Hierzu kommt noch, daß auch die Ausbreitung der Explosion von der Zündstelle aus über das ganze Gemisch eine gewisse, wenn auch wieder sehr kleine Zeit braucht. Im Totpunkt aber soll die Explosion vollständig und beendet sein. Will man daher eine

1) Vgl. S. 41.

volle Ausnutzung des entsprechenden Arbeitsvermögens erzielen, so muß man im allgemeinen den Funken etwas vor Erreichen des Hubendes entstehen lassen, man muß mit Vorzündung (auch Frühzündung) arbeiten[1]). Den Fig. 60 und 61 ist in schematischer Weise die Einstellung für solche Vorzündungen zu entnehmen. Die Fig. 60 ist ein Beispiel für eine mit Unterbrecher arbeitende Zündung. Dabei ist die den Unterbrecher tragende Scheibe *s* samt der auf ihr montierten Unterbrecherfeder *f* um die Achse der Nockenwelle *A* drehbar, so daß die in ihrer absoluten Stellung unveränderte Nockenwelle mit ihrem Anschlag früher die Feder abheben kann. Die beiden Fig. 61 gelten für eine

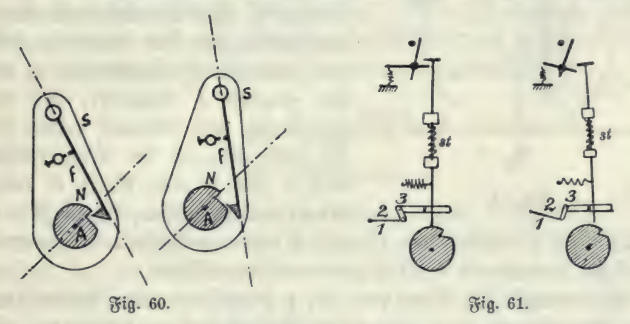


Fig. 60. Fig. 61.

Abreißzündung, und es ist leicht zu sehen, daß ein durch die Hebel 1, 2, 3 bewirktes Seitwärtsdrängen der zur Abreißstelle führenden Stange *st* wiederum den Zündzeitpunkt verlegt.

Die entgegengesetzte Wirkung, also eine Verlangsamung des Kolbenganges, wird durch Nachzündnng (auch Spätzündung) erreicht, bei der man die Explosion mit Absicht zu spät, nämlich hinter dem Totpunkt, erfolgen läßt. Die Notwendigkeit, Reguliermöglichkeiten zu schaffen, sei noch durch folgende Erwägungen klar gemacht.

Denken wir uns zunächst einmal den ganzen motorischen Apparat auf das allereinfachste Schema gebracht. Demnach stelle in

1) Bei den in der jüngsten Zeit aufkommenden, besonders von Bosch ausgebildeten Doppelfunkenzündnngen wird das komprimierte Gemisch an zwei verschiedenen, möglichst weit von einander entfernten Zündstellen gleichzeitig zur Explosion gebracht. Die damit erzielbare erhebliche Verkürzung der Explosionszeit macht eine Vorzündung und überhaupt die Veränderung des Zündzeitpunktes entbehrlich und soll sogar die Leistung des Motors um einige Prozente steigern.

Fig. 62 A ein Wagenrad vor, in dessen Mittelpunkt wir uns die ganze Wagenlast als senkrecht nach abwärts gerichteten Druck Q angreifend denken wollen. Wir sollen nunmehr den Wagen, d. h. dieses Rad mit Hilfe der motorischen Kraft vorwärtsbewegen. Sofort wird sich gegen diese Bewegung Reibungsdruck entwickeln, der sich proportional dem Druck Q, nämlich als $W = fQ$ ergibt, und dessen Richtung der Bewegung entgegengesetzt ist. Der Motor hat somit diesen Widerstand zu überwinden, der als Kraft W an einem Hebelarm a = dem Raddurchmesser von A angreift und dessen Widerstandsmoment demnach $W \cdot a$ beträgt[1]). Zur Vereinfachung haben wir gleich auf der Radwelle selbst ein Zahnrad I angebracht, in daß ein zweites I' eingreift, das nun als Ersatz des Motors gelten soll. Es wird also an der Eingriffsstelle von I und I' eine Kraft Z aufgebracht werden müssen, die am Arme r des Rades I wirkend den Wert des früher aufgestellten Momentes erreicht, so daß $Zr = Wa$ wird werden müssen.

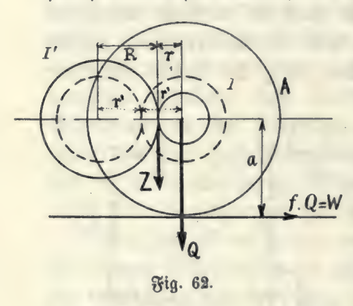


Fig. 62.

Nun wachse der Wert von W, z. B. infolge einer Vermehrung der Bemannung oder auch beim Verlassen eines bisher als eben vorausgesetzten Terrains. Es wird dann bei einem 2, 3 . . . . n fachen W der Wert des Momentes ebenfalls 2 Wa, 3 Wa . . $n\,Wa$. Um die zur Überwindung dieses Momentes nötige Arbeit aufzubringen, muß das Produkt Zr entsprechend wachsen. Dazu bieten sich zwei Wege, indem man Z oder r zunehmen läßt. Das erstere geschieht durch Steigerung der Motorkraft, z. B. durch Zuführung größerer Gasgemischmengen und durch Vorzündung. Bei immer weiter wachsendem Wa kämen wir jedoch einmal an eine Grenze, bei der eine Steigerung der Motorleistung auf die erwähnte Art nicht mehr möglich ist. Die Last kann man sich als eine die Kolbenbewegung hemmende Kraft vorstellen, die, wachsend, die Bewegung verlangsamt; bei sinkender Tourenzahl

1) Als **Moment** könnte man den Wirkungswert einer Kraft bezeichnen. Jede Kraft muß an einem Hebelarm wirken, mit dessen Länge bekanntlich die Wirkung bei gleicher Kraft wächst. In dem Produkte Kraft $\times$ Arm kommt daher die Wirkung zum Ausdruck. Dieses Produkt heißt **Moment**.

wird die Motorleistung, die wesentlich von der Tourenzahl abhängt, kleiner; schließlich würde der Motor stehen bleiben. Davor können wir uns bewahren, wenn wir dem Motor eine niedrigere Übersetzung geben: wir müssen r ändern. Wenn wir es vergrößern, so wird das Produkt Zr größer. Eine Vergrößerung von r heißt aber, sein Verhältnis zu R ändern. Die absoluten Werte dieser beiden Größen sind dabei also gleichgültig, von Belang ist nur ihr Verhältnis. Man kann daher auch R verkleinern, oder schließlich kann man anch gleichzeitig R kleiner und r größer machen, kurz ein anderes Übersetzungsverhältnis schaffen, wie es beim Wechselgetriebe ja tatsächlich geschieht.

Es ist nunmehr wohl klar, daß die Elastizität der motorischen Leistung durch diese doppelte Regulierfähigkeit am treibenden und am getriebenem Organ in großen Grenzen erreicht ist.

10. Kapitel.

Die Bereifung.

Untrennbar mit unserer Vorstellung eines Automobiles verbunden, sei dieses nun mit Benzin, Dampf oder Elektrizität betrieben, sind die die Wagenräder umhüllenden Gummireifen. Man darf ruhig sagen, daß ohne die Erfindung des Tierarztes John B. Dunlop in Belfort (Ende der 80 er Jahre des vorigen Jahrhunderts) das Automobil in seiner heutigen Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit überhaupt nicht denkbar wäre. Wohl hatte es auch früher schon Vollgummireifen gegeben. Ja sogar regelrechte Pneumatiks, nämlich mit eingepumpter Luft gefüllte Hohlschläuche aus Kautschuk oder Guttapercha, hat Robert W. Thomson schon seit dem Jahre 1845 verwendet. Sie waren aber wieder vergessen worden. Dunlop mußte sie wieder erfinden. — Die Verminderung der sonst empfindlichen Stöße infolge der Wegunebenheiten — namentlich beim Großstadtpflaster —, die wohltuende Dämpfung des mit diesen unvermeidlichen Erschütterungen des ganzen Wagens verbundenen Lärms, sind nicht die einzigen Vorzüge der Gummibereifung: zu ihnen gesellt sich die erst durch sie ermöglichte bedeutende Verringerung des Gesamtwagengewichtes und die dadurch gewonnene Möglichkeit höherer Geschwindigkeiten. Sie spielen also eine nicht zu unterschätzende Rolle im Automobilbau und -Betriebe, die es begreiflich erscheinen läßt, daß man auf ihre Verbesserung allerseits emsig hinarbeitet.

Dennoch muß man leider feststellen, daß jener vollkommene Reifen noch immer nicht gefunden worden ist, der allen Anforderungen gewachsen und dabei billig wäre!

Im allgemeinen kommt für das Luxus- und Tourenfahrzeug wohl nur der als Pneumatik bezeichnete und in vielerlei Ausführung auf den Markt gebrachte Reifen in Betracht. Unter dieser Bezeichnung ist immer ein Doppelreifen zu verstehen, der sich aus dem inneren Luftschlauch und dem äußeren, deckendenden Laufmantel zusammensetzt. Der Luftschlauch, ein verhältnismäßig dünner, in sich geschlossener, hohler Gummiring, ist der eigentlich wirksame Teil. Die in ihn eingepumpte, gepreßte Luft ist es, die in Verbindung mit der Elastizität des Gummis die den Pneumatik auszeichnende Wirkung ergibt. Denn einerseits schmiegt sich die weiche Gummihülle leicht den Unebenheiten des Weges an, und andrerseits werden die durch diese Unebenheiten verursachten Stöße zunächst nur die im Schlauche eingeschlossene Luftsäule deformieren und erst gedämpft sich auf die das Gestelle (Chassis) tragende Radachse übertragen. Die immer noch vorhandenen Schwingungen dieser Achse werden wieder zum größten Teile von den zwischen Achse und Chassis gelagerten Federn aufgenommen und abermals geschwächt, ja vernichtet, So bleibt der Wagenkasten in fast vollkommener Ruhe, was wohl jeder, der einmal in einem Automobil gefahren, mit Vergnügen beobachtet haben wird.

Den Luftschlauch umgibt zum Schutze gegen äußere verletzende Angriffe ein weitaus stärkerer Gummimantel, der Laufmantel, dessen äußere Gestaltung überaus mannigfach ist. Auf ebenem und trockenem Boden würde ein glatter Reifen ausreichen. Da er jedoch auch allen anderen Bodenverhältnissen, namentlich den bei nassem Wetter oder Schnee so ungünstigen genügen soll, wird er häufig zur Vergrößerung der Reibung und zur Verminderung der Gleitgefahr mit einer oder mehreren, parallel über den Umfang laufenden Rippen versehen, durch die die Schmiegsamkeit noch nicht wesentlich beeinträchtigt ist. Dagegen läßt sich dieses nicht mehr von den heute so verbreiteten sog. Gleitschutzreifen behaupten (Antidérapant, Antislipping), die trotz ihren hohen Anschaffungspreisen trotz geringer Lebensdauer dennoch sehr verbreitet sind. Im Wesen stellen diese eine Armierung der Laufmantelfläche durch Stahl- oder Metallnieten dar, die entweder in der äußeren Gummimasse selbst eingebettet sind, oder, mit

einer besonderen, meist ledernen, Schutzhülle als Träger, auf dem gewöhnlichen Laufmantel aufvulkanisiert, d. h. durch ein eignes Verfahren mit ihm innig verbunden werden. Die Köpfe dieser Nieten stehen über die Decke vor und ermöglichen derart gewissermaßen ein Aufrauhen der Bodenfläche. Natürlich verringern sie auch die Möglichkeit einer Verletzung des Luftschlauches. (durch Nagel und Ähnl.) Indessen werden diese Vorteile bedeutend geschwächt, weil gleichzeitig das harte Leder weniger schmiegsam ist. Aber etwas besseres ist heute nicht vorhanden, trotz den beständigen Versuchen, sich vom Pneumatik ganz frei zu machen, der ja so leicht Störungen ausgesetzt und so die häufigste Quelle der mit Recht so gefürchteten „Pannen" ist. Auch federnde Felgen und Speichen statt der Pneumatiks haben sich nicht eingebürgert. Dagegen dürften sich die Unannehmlichkeiten, die namentlich bei der zeitraubenden und mühevollen Auswechselung beschädigter Reifen auf der Reise so lästig sind, durch die sogen. abnehmbaren Felgen wesentlich verringern.

Neben den Pneumatiks kommen — allerdings nur für Schwerfuhrwerk, also Omnibusse und Lastwagen — Vollgummi in Betracht. Eine einheitliche Type hat sich auch hier noch nicht herausgebildet. In letzter Zeit ist jedoch allgemeiner ein zweiteiliger oder Zwillingsreifen aufgekommen, bei dem zwei Vollreifen nebeneinanderliegen und nur wenig Raum zwischen sich frei lassen.

Auch diese so überaus wichtige Frage der Bereifung für schwere Wagen harrt somit noch ihrer endgültigen Lösung.

11. Kapitel.

Die Carosserie.

Der vielgliedrige Organismus, mit dessen Einzelheiten wir uns bisher vertraut gemacht haben, in seiner baulichen Zusammenfassung Untergestelle oder Chassis genannt, enthält alles das, was zur Fortbewegung notwendig ist. Der Motor mit seinen Nebenorganen, die Verbindung mit dem Getriebe, dieses selbst, die zur Bewegungsübertragung dienenden Wellen, Gelenke, Ketten und schließlich die Räderpaare werden durch einen stählernen Rahmen zu einer Einheit verbunden. Und nun wird diesem Rahmen einfach noch der Wagenkasten aufgesetzt, der die zu befördernden Menschen — von Lasten sei hier abgesehen — aufzunehmen hat. Die Beförderung der Insassen ist ja letzten Endes der einzige Zweck. Und

so verdient wohl auch der Teil Interesse, der für diesen Zweck besonders ausgebildet ist. Schließlich ist gerade der Wagenkasten des Automobils, die sog Carosserie, ein schönes Beispiel, wie sich die Form den geänderten Bau- und verkehrstechnischen Forderungen anpassen mußte und konnte.

Denn wenn man sich die ersten Wagen ansieht, die den Übergang vom animalischen zum motorischen Antrieb vollzogen, so

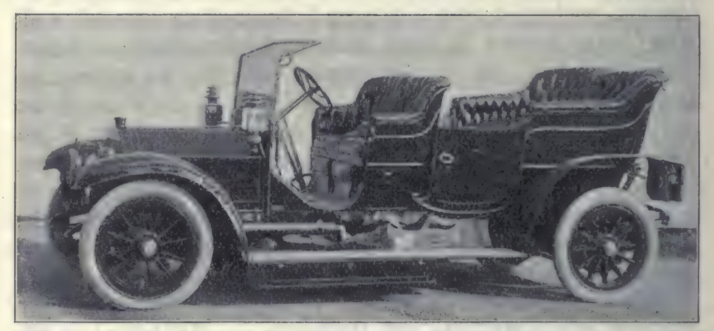


Fig. 63. Tonneau (Roi des Belges). Daimler-Mercedes.

kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, daß hier noch keine befriedigende Lösung gefunden war. An diesen pferdelosen Gefährten vermißt man in der Tat die Pferde. Benz und Daimler nahmen eben anfangs einen der gebräuchlichen Wagen und bauten rückwärts ihre Motore an. Auf freiem, luftigen, hohen Kutschbock saß der Lenker, wie vordem, nur hatte er vor sich eine senkrechte Steuersäule mit dem Handrade. Schon die Erwägung, daß bei den von den Pferden vorn gezogenen Wagen die Räder abrollen, beim Automobile aber gerade die Räder angetrieben werden müssen und den Wagen mitnehmen, mußte erkennen lassen, daß weder die bisherige Wagenform noch ihre Verbindung mit dem Gestelle der neuen Art entsprachen. So hat — stets im Zusammenhang mit dem sich gleichzeitig umbildenden Chassis — auch die Carosserie eine Entwicklung durch eine Reihe von mehr oder minder gelungenen Formen durchmachen müssen, ehe sie zu den wenigen, heute einheitlich gebauten Typen gelangte. Wer aber einen gut gebauten modernen Kraftwagen sieht, vermißt gewiß nicht die Sichtbarkeit der Treibkraft; alles macht den Eindruck eines ganz natürlichen, mit zwingender Selbstverständlichkeit gewordenen Organismus.

Eine der ersten und bleibenden Errungenschaften war die Verlegung der Motore nach vorn. Die hierdurch gegebene Verlängerung schuf sofort ein eigentümliches Unterscheidungszeichen gegen alle anderen Straßenfuhrwerke: Motorhaube und, später, Kühler. Der hohe Bock sank bald von seiner Höhe in die Ebene

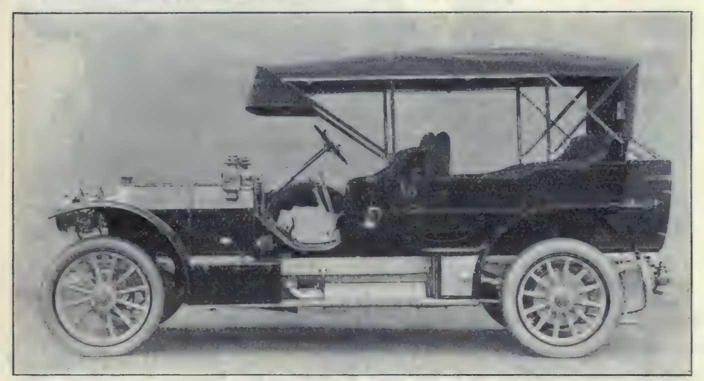


Fig. 64. Fiat-Phaston mit offenem „amerikanischen Verdeck“.

der übrigen Sitze herab und bekam gleich ihnen bequemen Sitz und Rückenlehne. Denn der Lenker hatte nun auch mit den Füßen zu tun bekommen und brauchte gar dringend einer Stütze. Auch hätte er bei den immer rascher steigenden Fahrgeschwindigkeiten seinen hohen Platz kaum behaupten können. Es lag übrigens auch sonst nichts mehr daran, den hohen Bock beizubehalten; denn das um einen Punkt bewegliche Drehgestell wurde durch die feste Vorderachse mit den kurzen Lenkstummeln verdrängt, bei denen die Räder nicht unter dem Bock durchzulaufen brauchten. Dabei rückten die Vorderräder allmählich nach vorne unter die langgestreckte Motorhaube, die Hinterräder rückwärts unter die Rücksitze; der Radstand wurde beträchtlich größer. Auch hierin liegt ein augenfälliges Unterscheidungszeichen gegen das übrige Fuhrwerk.

Die größeren Geschwindigkeiten verlangten nun auch erhöhte Berücksichtigung der Bequemlichkeit des Reisenden, der sonst sein Vergnügen nur mit erheblichen Strapazen hätte erkaufen können. Man ging also daran, diese Sitze bequem und vor allem schmiegsam auszugestalten, verließ bald die eckigen Formen und wählte abgerundete, ausgebauchte (Tonneau, Roi des Belges, Fig. 63); die offenen Verdecke bekamen höhere Rückenlehnen,

gegen Wind und Wetter bewährte sich das sog. amerikanische Verdeck, ein vorne und seitlich offenes Segeltuchdach, das mit Stangen und Riemen am Wagen befestigt und, für gewöhnlich, nach hinten umgeklappt werden kann. (Fig. 64 und 65).

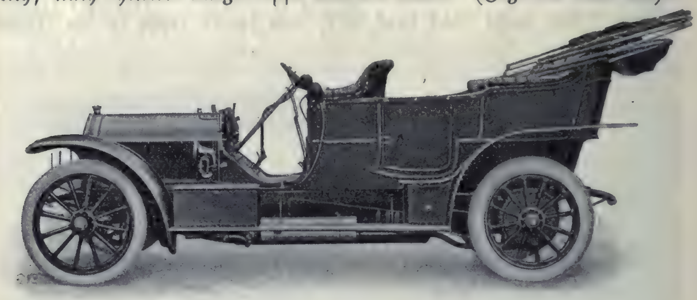


Fig. 65. Doppel-Phaëton (Mercedes) mit zurückgeschlagenem „amerikanischen Verdecke".

Anfangs waren die Innensitze nur von rückwärts zugänglich, weil man infolge des kurzen Radstandes keinen seitlichen Einstieg haben konnte. Nicht minder unbequem war die Bauart, bei der man erst einen Vordersitz herausdrehen oder gar umklappen mußte, um seitlich ins Wageninnere zu gelangen. Die Einführung der größeren Radstände hat auch diesen Übelstand mit einem Schlage beseitigt. Heute ist der sog. Phaëton mit den zwei hintereinander liegenden Doppelsitzen und dem seitlichen Einstieg die verbreiteste Tourentype (Fig. 63).



Fig 66. Fiat-Limousine.

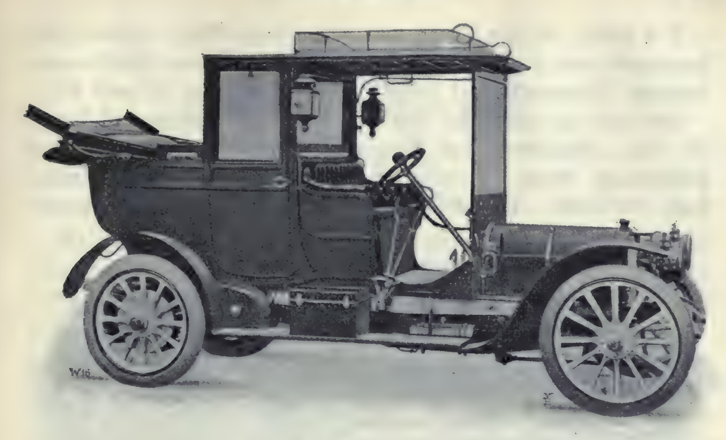


Fig. 67. Fiat-Landaulet.

Für die strenge Jahreszeit und im Stadtverkehr pflegt man geschlossene Carosserien zu verwenden; dabei ist eine vollkommene Trennung des Lenkerplatzes von dem den Insassen vorbehaltenen Wagenraum durchgeführt.

Für den Stadtverkehr genügen die sog. Coupés, während die großen, geräumigen, im Inneren gewöhnlich sehr luxuriös ausgestatteten Limousinen sich besser für die Reise eignen (Fig. 66).



Fig. 68. Fiat-Landauer.

Die Mitte zwischen diesen und den offenen Wagen nehmen die Landaulets und die Landauer ein, die sich auf die vom Pferdewagen bekannte Landauerbauart zurückführen lassen (Fig. 67 und 68).

Sie sind vor allem an dem umklappbaren Lederverdeck kenntlich, das, geschlossen, das Wageninnere wieder vollständig vom Führerplatz trennt. Gewöhnlich wird dieser von einem flachen Dach überdeckt. Die Landaulets, die keine Vordersitze haben,



Fig. 69. Prinz Heinrich-Wagen.

geben bei zurückgeklapptem Dache mit der dann steil und unvermittelt aufragendenden vorderen Glasscheibenwand, einen nicht eben schönen Anblick. Da sie aber sonst eine bequeme Bauart haben, hat das Lohndroschkenwesen gerade diese Type mit Vorliebe benutzt.

Schließlich sei noch der rasch berühmt gewordene sog. „Prinz Heinrich-Wagen" vorgeführt (Fig. 69), in dem sich ein gesunder, zum ersten Male mit so großzügiger Folgerichtigkeit durchgeführter Baugedanke sehr lebendig ausdrückt: die Anpassung der äußeren Form an die Luft und ihre bedeutenden Widerstände bei der hohen Geschwindigkeit des Wagens. Wir sehen: glatte Flächen in der Fahrtrichtung, keine plötzlichen, schroffen Übergänge, eine nahezu geschlossene Schale um den motorischen Kern, mit Recht „Torpedo-Form" getauft.

II. Abschnitt.

Das Elektromobil.

1. Kapitel.

Die Energiequellen.

Allgemeines. Auf wesentlich anderen Grundsätzen als das Benzinautamobil beruht das Elektromobil, bei dem die Bewegung der Antriebswagenräder durch die Energie des elektrischen Stromes erzielt wird.

Ein bei allen sonstigen Verschiedenheiten Gemeinsames aller Elektromobile ist demnach ein zum Antrieb geeigneter Elektromotor, d. i. ein Apparat, in dem elektrische Energie in Bewegungsenergie umgesetzt wird. Verschieden bei den einzelnen Ausführungen aber ist die Art der Stromerzeugung selber und nach dieser ergibt sich eine Einteilung der Elektromobile in mehrere Gruppen.

Solche elektrische Energie liefern beispielsweise die Batterien und die der Wirkung nach mit ihnen indentischen Akkumulatoren, in dem Strom, den sie erzeugen.

An den Enden oder den Polklemmen ihrer Elektroden herrscht im gebrauchsfähigem Zustande eine gewisse elektrische Spannung, die durch eine leitende Verbindung dieser Klemmen einen Strom von bestimmter Größe sendet, der sich sofort zum Antrieb eines Elektromotors eignet.

In diesen beiden Elementen, der Batterie als Stromerzeuger und dem Motor, als Empfänger und Umwandler der Stromenergie in Bewegung, haben wir bereits den ganzen — wie man sieht — recht einfachen Apparat eines Elektromobils im Wesen beisammen. Solcherweise gebaute Wagen heißen Elektromobile mit reinem Batterie-Antriebe; sie bestehen nur aus Energiequelle und Motor.

Da aber die Batterie oder die Akkumulatoren erschöpfbar sind, so hat man bei dieser allerdings einfachen Bauart nicht stehen bleiben wollen, sondern war darauf bedacht, Konstruktionen zu ersinnen, denen dieser tatsächliche Mangel nicht mehr anhaftete — freilich bereits auf Kosten der Einfachheit.

Die geeignete Stromquelle fand sich in der Dynamomaschine, die, in der Wirkung die vollkommene Umkehrung des Motors, ihm

doch in allen Teilen ganz gleich ist, so zwar, daß jeder Motor unter Umständen als Dynamo arbeiten kann und umgekehrt. Das beruht darauf, daß ebenso wie der in die leitende Wicklung eines „Ankers“[1]) gesendete Strom eine Bewegung des Ankers hervorbringt, auch umgekehrt eine dem Anker erteilte Bewegung in seiner Wicklung Strom erzeugt. Die Dynamo liefert somit Strom, der wieder, wie bei den Elektromobilen mit reinem Batterieantrieb, in den Motor geleitet und dort in Bewegung des Ankers und dann der Wagenräder umgesetzt wird. Aber die Dynamo braucht selbst einen Antrieb. Dazu ist z. B. ein Explosionsmotor, wie er in dem früheren Abschnitt besprochen wurde, geeignet. Tatsächlich sind solche Konstruktionen ausgeführt worden. Hier wird sich allerdings die Frage aufdrängen, wozu es dann noch überhaupt einer Dynamo und eines Motors bedarf, da ja der Explosionsmotor direkt die nötige Kraft zum Antriebe geben kann. Der Grund hierfür kann zwar gleich hier mitgeteilt werden, wenn auch seine Stichhaltigkeit erst im Laufe der weiteren Ausführungen sich erweisen wird; es sind ganz einfach die vielen Vorzüge des elektrischen Antriebes gewahrt, der Nachteil des Akkumulators und der Batterie aber ist durch die, gewissermaßen in eigene Regie übernommene, beständige Stromerzeugung vermieden, und damit die bisher nur dem reinen Explosionsmotor zukommende zeitliche und räumliche Unabhängigkeit gewonnen; zu den genannten Vorteilen des elektrischen Betriebes gehören aber in erster Linie die große Einfachheit der Regulierung, dann das Wegfallen des immerhin komplizierten, relativ schweren und kostspieligen, empfindlichen Getriebes; überdies kommen zur Annehmlichkeit, den Betriebsstoff stets bei sich zu führen, auch der geräuschlose Gang und die Reversierbarkeit ohne Transmission, schließlich Reinlichkeit und Geruchlosigkeit.

Bei einigen Ausführungen dieser Betriebsart ist überdies eine Akkumulatorenbatterie (parallel zu den Elektromotoren) vorhanden, die durch einen Teil des von der Dynamo kommenden Stromes geladen wird und nur für gesteigerten Strombedarf als Reserve dient. Aus diesem Grunde ist die Batterie natürlich klein gehalten, so daß sie keine erhebliche Gewichtsvermehrung bedeutet.

Wegen der Vereinigung von Explosionsmotor, Batterie, Dynamo und Motor wird die besprochene Ausführung als gemischtes System bezeichnet.

---

1) Vgl. I. Abschnitt, S. 36.

2. Kapitel.

Die Stromerzeuger.

a) Akkumulatoren.

Die Akkumulatoren beruhen auf der bei allen galvanischen Elementen auftretenden Erscheinung der Polarisation. Was ein galvanisches Element oder eine galvanische Zelle ist, darf als allgemein bekannt vorausgesetzt werden und es sei hier nur kurz erinnert, daß es aus zwei verschiedenen Metallen als Elektroden mit Ein- und Austrittsstellen für den elektrischen Strom besteht, die in eine Zersetzungsflüssigkeit, den Elektrolyten, gewöhnlich eine Säure, eintauchen. Dadurch entsteht an den aus der Flüssigkeit ragenden Metallenden, den Polen oder Klemmen (weil an ihnen die Leitungsdrähte angeklemmt werden) ein zur Erzeugung eines Stromes geeigneter Spannungsunterschied. Während nun aber bei dem galvanischen Element einfach die beiden Metallelektroden in den Elektrolyten getaucht werden, müssen bei den Akkumulatoren die in der Flüssigkeit stehenden Platten, die ursprünglich chemisch gleich sind, erst durch einen eigenen Prozeß zu Elektroden umgewandelt werden, geben also nicht direkt Strom. Man nennt darum auch die galvanischen Elemente primäre, die Akkumulatoren sekundäre Elemente.

Der erwähnte Prozeß wird Ladung oder Formierung genannt und wird dadurch eingeleitet, daß man an den ungeladenen Akkumulator eine entsprechende Spannung anlegt, d. h. durch die Zelle den Strom einer anderen Quelle schickt. Hierbei findet, wenn der Strom stark genug ist, eine Zersetzung der elektrolytischen Flüssigkeit statt und es lagern sich die Zersetzungsprodukte in bestimmter gesetzmäßiger Weise an den Platten ab, die nun chemisch verändert, wie gesagt, zu Elektroden werden.

Zum Verständnis dieser Umlagerung hat man sich vorzustellen, daß die Bestandteile, in die die Flüssigkeit zerfällt, elektrisch entgegengesetzt geladen sind und dementsprechend in der Flüssigkeit nach zwei entgegengesetzten Richtungen wandern. Man nennt sie darum Jonen (vom griech. „ἴω“ [io], ich wandere).

Die elektropositiv geladenen Jonen — Kationen — wandern mit dem Strom, also, da der Strom von der positiven Elektrode zur negativen fließt, ebenfalls zur negativen, die den Namen Kathode, d. i. Austrittsstelle, führt; die elektronegativen — Anionen —

wandern zur Anode genanten Eintrittsstelle. Hier geben beide ihre Ladungen an die Elektroden ab, und verändern dabei die Oberflächen der Platten chemisch.

In allen Elektrolyten haben sich die metallischen Bestandteile und der ihnen zuzurechnende Wasserstoff (chem. Zeichen: H) als elektropositiv, die Nichtmetalle als elektronegativ erwiesen.

Die Ladung einer Akkumulatoren-Zelle ist nichts anderes als die Elektrolyse, d. h. Zersetzung auf elektrochemischem Wege, von z. B. Schwefelsäure — $H_2\ SO_4$ — zwischen Bleisulfat-Elektroden $Pb\,SO_4$. Dabei wandert der Wasserstoff H der Schwefelsäure wie ein Metall in der Stromrichtung zur negativeu Elektrode und reduziert diese nach der Formel

$$PbSO_4 + H_2 = H_2SO_4 + \underline{Pb}$$

zu Bleimetall, während die freiwerdende Schwefelsäure den Konzentrationsgrad des Elektrolyts vergrößert. Gleichzeitig findet an der positiven Elektrode eine Ablagerung des elektronegativen Bestandteils, nämlich SO_4 statt, der sich unter Hinzutreten des im Elektrolyt vorhandenen Wassers (H_2O) mit der Kathode nach der Gleichung

$$PbSO_4 + SO_4 + 2\,H_2O = PbO_2 + 2\,H_2SO_4$$

verbindet. Das Ergebnis dieser Vorgänge ist demnach die Umwandlung der früher chemisch gleichen — $PbSO_4$ — Platten zu zwei chemisch verschiedenen, nämlich reinem metallischem Blei Pb an der Anode und Bleisuperoxyd PbO_2 an der Kathode. Diese so veränderten Platten können jetzt erst als Elektroden wirken; d. h. wenn man die Ladung durch Abschalten des Ladestromes unterbricht und die Klemmen durch einen Leitungsdraht verbindet, also den äußeren Kreis schließt, so liefert die Zelle nunmehr einen Strom, und dieser wird Polarisationsstrom genannt. Da der Strom als Bewegung einer Elektrizitätsmenge aufgefaßt wird, heißt die Ursache dieser Bewegung elektromotorische Kraft. In Hinkunft wird dafür immer die Abkürzung EMK gebraucht werden.

Die Verbindung zwischen den Klemmen — auch die Luft ist eine solche Verbindung — setzt dem Durchgang des Stromes einen gewissen Widerstand entgegen, von dem dann eben die Menge der durchfließenden Elektrizität oder die Stromstärke abhängt. Diese

drei Größen stehen in dem einfachen, nach seinem Entdecker desselben benannten Ohmschen Gesetze:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Elektromotorische Kraft}}{\text{Widerstand}}$$

oder nach der allgemein üblichen Bezeichnung

$$i = \frac{e}{W},$$

worin also i die Stromstärke, e die EMK und W den Widerstand bedeuten. Als Einheiten für diese drei Größen wurden festgesetzt: für die Stromstärke das Ampère, für die EMK das Volt und für den Widerstand das Ohm. Die Wahl zweier dieser Einheiten ist willkürlich, die dritte ist durch diese Wahl jedoch genau bestimmt.

Eine Batterie besteht aus einer größeren Zahl, gewöhnlich 42—44 Elementen. Die Spannung einer Zelle beträgt nicht ganz 2 Volt. Zur Ladung muß trotzdem eine größere Spannung an die Klemmen angelegt werden. Denn während der Ladung entsteht in der Zersetzungszelle allmählich die Polarisationsspannung. Diese ist aber der Ladespannung entgegengerichtet und muß somit von ihr überwunden werden. Man nimmt daher eine konstante Spannung von 2,5 Volt, die immer größer als die jeweils vorhandene Gegenkraft ist. Selbstverständlich muß die Ladezeit begrenzt sein. Die Grenze ist erreicht, wenn die Formierung so weit gediehen ist, daß keine weiteren chemischen Veränderungen an den Platten möglich sind, so daß die Gase nunmehr in der Flüssigkeit aufsteigen; äußerlich ist das durch Blasenbildung zu erkennen. Dieses sogenannte Kochen des Akkumulators ist das Zeichen, die Ladung zu unterbrechen.

Auch die Entladung muß rechtzeitig unterbrochen werden, gewöhnlich dann, wenn die Spannung bereits auf 1,8 Volt herabgesunken ist. Zum Erkennen dieses Zustandes dienen eigene Spannungsmesser — Voltmeter —.

Die Leistungsfähigkeit eines Akkumulators wird bestimmt durch seine Kapazität, die als das Produkt aus Lade- (oder Entlade-) Strom und Lade- (oder Entlade-) Zeit definiert wird und somit in Ampère-Stunden auszudrücken ist. Man kann die Kapazität eines Akkumulators auch in Wattstunden ausdrücken, wenn man das erste Produkt noch mit der Spannung (Volt) multipliziert.

Dem liegt die Beziehung zugrunde, daß

1 Volt × 1 Ampère = 1 Watt ist.

Die Akkumulatoren werden heute meist nach zwei Systemen ausgeführt, das sind die von Planté und von Faure. Planté war der erste, der im Jahre 1872 nach zwölfjährigen Versuchen einen gebrauchsfähigen Akkumulator herausbrachte. Die Polarisationsvorgänge, als welche wir die Oberflächenveränderungen der Elektrodenplatten während der Elektrolyse erkannt haben, waren wohl schon 1839 vou Grove zum Bau einer Batterie verwendet worden, die aber war noch recht umständlich und wegen der geringen Kapazität praktisch nicht verwendbar. Seit 1854 war durch Linstedten Blei als das geeignetste Metall bekannt. Und darüber ist man bis heute im allgemeinen trotz manchen Versuchen[1]), leichtere Metalle heranzuziehen, nicht hinausgekommen. Dagegen sind die Anstrengungen, die Bleiplatten selbst möglichst leicht zu gestalten, in letzter Zeit sehr erfolgreich gewesen.

Planté selbst verwendete noch ganze Bleiplatten, die er auf einen Zylinder, voneinander isoliert, aufrollte. Zur Bildung der wirksamen, sog. aktiven Schichten wurde dabei das Blei dieser Platten selbst herangezogen und durch wiederholtes Laden und Entladen mit zwischenliegenden Ruhepausen und folgender Stromumkehr eine Lockerung der Oberfläche und das Eindringen der formierenden Wirkungen in tiefere Schichten erzielt. Allein diese Formierung erforderte Monate.

Es war daher ein bedeutender Fortschritt, als Faure, Plantés Schüler, die aktive Schicht direkt als Bleisalz auf die Plattenoberfläche auftrug, wobei sich die Ladezeit auf einige Tage verringerte. Der Gedanke führte naturgemäß dazu, die Platten gitterförmig auszuführen, so daß nicht nur das Anhaften der Masse besser gesichert war, sondern gleichzeitig das Gewicht der Platten wesentlich niedriger ausfiel.

Die Ausführung dieser Gitterplatten kann natürlich sehr mannigfach ein, als einfach quadratisches Gitter, als Doppelgitter mit Verbindungsstegen, als trapezförmig oder rund gelöcherte Platte usw., die Arten sind so zahlreich wie die Fabriken und Werke, die sich mit dem Bau von Akkumulatoren befassen.

---

1) Jungner, Edison: mit vernickelten Stahlplatten und Gerippen.

b) Die Dynamomaschine.

Sie erzeugt elektrischen Strom und heißt darnm auch **Generator**. Ihre Elemente sind: ein zwischen zwei Magnetpolen erzeugtes Kraftlinienfeld und ein in diesem Felde durch **äußeren Antrieb** bewegter Leiter. Wir wissen schon, daß jede solche Bewegung eines Leiters in einem magnetischen Kraftfeld das Auftreten eines Stromes im Leiter znr Folge hat.[1]) Charakteristisch ist, daß der hierbei entstehende Strom (siehe auch Kap. 3 Zündung) selbst an der Bildung des Kraftfeldes beteiligt ist. Der stromführende Leiter wird nämlich auch um die Magnetschenkel geführt. Bekanntlich wird nun ein von einem elektrischen Strome umflossenes Eisen magnetisch. Das zum Bau der Dynamomaschine verwendete weiche Eisen hat aber schon einen natürlichen, wenn auch schwachen, immer bleibenden Magnetismus, der als „remanenter" bezeichnet wurde. Dieser remanente Magnetismus wird durch die elektromagnetische Wirkung des die Schenkeleisen umfließenden Stromes so lange gesteigert, bis das Eisen mit Magnetismus gesättigt ist.

Das von Werner Siemens gefundene, so einfache und so bedeutungsvolle Dynamoprinzip liegt nunmehr darin, daß der remanente Magnetismus der Weicheisenschenkel eines Magneten in den Drähten eines zwischen den Magnetpolen rotierenden Ankers einen schwachen elektrischen Strom erzeugt, der seinerseits den Magnetismus der Eisenschenkel steigert; dadurch wächst die Wirkung des magnetischen Kraftfeldes, d. h. die Stromstärke, dadurch abermals der Magnetismus usf.

Der ganze Vorgang wird als „**Selbsterregung**" bezeichnet.

Es ist wichtig, festzuhalten, daß die Bewegung zunächst in dem Leiter eine EMK erzeugt oder „induziert", die fähig ist, einen Strom im Leiter fließen zu lassen; die EMK besteht aber auch **ohne** den Strom als eine gewisse meßbare Spannung. Erst wenn man den Leiter z. B. als geschlossene Schleife ausbildet, — man nennt das einen Kreis — tritt ein Strom auf. Bei der Dynamo nun werden solche Leiterschleifen um den Umfang einer Trommel oder eines Holzzylinders gewickelt, wie es die Fig. 70 zeigt. Ein solcher, Anker genannter Zylinder, bewegt sich in einem Kraftfelde, das zwischen den beiden Schenkeln eines Magneten besteht.

1) Vgl. S. 35.

Verfolgen wir die Vorgänge in einer herausgegriffenen Leiterschleife (Fig. 71). *N* und *S* sind der Nord- und Südpol des Magneten. Der Kreis *A* stellt den Anker vor, auf dem eine Schleife dargestellt ist.

Bei der Bewegung im Pfeilsinne schneidet der Leiter die von *N* nach *S* gehenden Kraftlinien. Dadurch wird in ihm eine EMK induziert, die von der Stärke des Feldes, d. h. der Kraftlinienzahl, und von der Geschwindigkeit der Bewegung, also der Zahl der Kraftlinienschnitte pro Sekunde, abhängt. Denken wir uns einmal den Südpol so weit weg, daß seine Wirkung unberücksichtigt bleiben darf. Ist der Leiter geschlossen, so fließt sodann in ihm ein Strom, der eine gesetzmäßig bestimmbare Richtung hat, und zwar fließt er oben von vorn nach hinten (angedeutet durch ⊕ als Bild der Fiederung eines nach hinten gerichteten Pfeiles); unten aber zum Beschauer (angedeutet durch ⊙ als Bild der Pfeilspitze). Nun sei der Südpol wieder nahegerückt. Der ihm gegenüberliegende Leiterteil wird nun ebenfalls die Kraftlinien schneiden, die jedoch eine entgegengesetzte EMK wie oben, ebenso einen dem oberen entgegengesetzten Strom erzeugen; es findet also keine Störung statt, sondern im ganzen Leiter fließt der Strom in derselben Richtung. Wenn man nun bedenkt, daß nach einer halben Drehung der früher vom Nordpol induzierte Leiter unter die Wirkung des Südpoles gelangt, also einen entgegengesetzt gerichteten Strom führen muß, so ist ersichtlich, daß in der Mitte zwischen diesen zwei Stellungen, nämlich in der horizontalen Achse xy, offenbar die Umkehrung der Richtung der EMK wird stattfinden müssen, d. h. dort muß die induzierte EMK 0 sein; dort schneidet auch der Leiter keine Kraftlinien. In jedem Leiterteil wechselt somit nach einer halben Drehung die Stromrichtung, also auch in der ganzen Schleife. In der geschlossenen Schleife fließt daher ein Wechselstrom. Aber diesen Wechselstrom kann man in Gleichstrom verwandeln. Man braucht zu diesem Zwecke nur die Schleife an einer Seite aufzuschneiden und jedes Ende

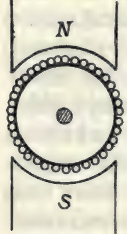


Fig. 70.

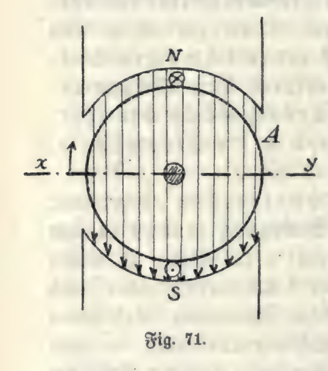


Fig. 71.

an ein mit dem Anker rotierendes Segment zu führen, auf dem je eine fixe, an der Bewegung nicht teilnehmende „Bürste" schleift (Fig. 72). An die Bürsten schließt sich der äußere (Verbrauchs-) Kreis an. Die Bürste schleift so lange auf einem Segment, als sich die Stromrichtung im Leiter nicht ändert. Im Augenblick des Stromwechsels erfolgt auch der Übergang der Bürste auf das zweite Segment, dessen zugehöriger Leiter nunmehr an die Stelle des früheren tritt, also mit diesem gleichen Strom führt. Durch diese Segmente wird der Strom gewendet, kommutiert; die Segmente heißen darnach **Kommutatorsegmente**, oder, weil sie von allen gleichen Strom führenden Drähten den Strom an einer Bürste sammeln, führen sie auch den Namen **Kollektoren**.

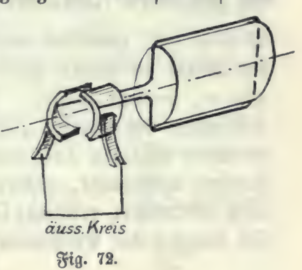


Fig. 72.

Bei der praktischen Ausführung der Dynamo ist nun der Ankerumfang mit einer großen Zahl solcher nebeneinanderliegender Leiterschleifen ausgefüllt. Alle unter einem „Polbogen" liegenden Drähte werden in demselben Sinne induziert, d. h. in ihnen allen fließt gleichgerichteter Strom, oder der Strom durchfließt alle diese Drähte hintereinander; in allen unterm anderen Polbogen liegenden fließt ebenso gleicher, aber dem früheren entgegengerichteter Strom.

Jeder solche Verband von Leitern gleichen Stromes ist gewissermaßen ein einziger langer Draht, der ebenso wie in dem oben besprochenen Falle, zu einem Kommutatorsegment geführt werden kann, um von da durch eine Bürste Strom in den äußeren Kreis zu senden. Begreiflicherweise sind so viel solcher Segmente erforderlich als es Einzelwindungen gibt, wenn auch nur eine Bürste für jede Ankerhälfte genügt.

Die Spannung, die an den Bürsten der Maschine herrscht, heißt **Klemmenspannung**. Sie wird wie die EMK in Volt gemessen, unterscheidet sich aber von ihr auf folgende Weise. Bei offenem Kreise, wenn also zwischen den Klemmen (Bürsten) keine leitende Verbindung durch einen Verbrauchskörper (elektr. Glühlampen, Motor) hergestellt ist, besteht dennoch eine infolge der Ankerdrehung im magnetischen Felde hervorgerufene EMK, die sich als (elektrischer) Druck an den Klemmen äußert. Erst wenn der Kreis geschlossen wird, ergibt sich für den Strom ein Weg, und tatsächlich fließt dann ein Strom aus dem Anker in den äußeren Kreis. Jeder

Leiter setzt dem Strom einen gewissen Widerstand entgegen, den der Strom beim Durchfließen überwinden muß. Darin besteht eben die Wirkung der EMK, daß sie gegen den Widerstand eines Leiters einen Strom durch ihn sendet. Wir haben schon gesehen, daß diese drei Größen in einem einfachen durch das Ohmsche Gesetz gegebenen Zusammenhang stehen: $J = \frac{E}{W}$; daraus ist auch $E = J \cdot W$, was das oben Gesagte erläutert. Nun entwickelt auch der Anker in seinen Windungen einen gewissen Widerstand, den wir w_a nennen wollen. Die in ihm induzierte EMK muß beim Schließen des Kreises zunächst durch diesen Anker Strom senden; es wird also ein Teil von ihr zur Überwindung des Ankerwiderstandes verbraucht, nämlich der Teil $J \cdot w_a$, und um diesen Betrag verkleinert, erscheint sie als Klemmenspannung an den Bürsten. Ist somit e die Klemmenspannung, so besteht folgende Beziehung

$$e = E - J w_a.$$

Natürlich ist bei offenem Kreise die Klemmenspannung, da noch kein Strom fließt ($J = 0$), ebensogroß, wie die innere EMK der Maschine. Den Verbrauch von EMK in einem nach Ohm gemessenen Widerstand nennt man Ohmschen Spannungsverlust.

Bisher war immer die Rede vom Ankerstrom und vom Strom im äußeren Kreise. Der ganze Kreis hat aber noch einen dritten wesentlichen Teil, d. i. der den Magnetstrom führende. Auch der Magnetstrom findet ja in den Windungen einen bestimmten Widerstand w_m. Nennt man nun den Widerstand des äußeren Kreises w, so setzt sich der Widerstand des gesamten Kreises W zusammen aus w_a, w_m und w. Diese drei Kreisteile können nun in verschiedener Weise zueinander angeordnet sein, wonach man mehrere „Schaltungen" unterscheidet, von denen wir hier nur die zwei im Automobilbau angewendeten näher betrachten wollen: die Haupt- und die Nebenschlußschaltung.

Bei der Hauptstrom-, auch Seriendynamo (Fig. 73) sind alle drei Teile „hintereinander", in „Serie", geschaltet: der Strom fließt durch Anker, Magnetwicklung und äußeren Kreis nacheinander, hat also in jedem Teile denselben Wert. $W = w_a + w_m + w$, $J = i_a = i_m = i$, wobei i_a, i_m und i entsprechend den Strom in Anker-, Magnet- und äußerem Kreise bezeichnen.

Von größerer Bedeutung ist die Nebenschlußmaschine (Fig. 74), die im Elektromobile den Strom für die Motoren liefert. Der

Strom fließt hier zunächst durch den Anker; an den Bürsten aber teilt er sich und fließt einerseits durch die Magnetwicklung, andrerseits durch den äußeren Kreis, so daß der Ankerstrom gleich der Summe der beiden Teilströme im Magnet und im äußeren Kreise ist. (Kirchhoffsches Gesetz.)

$$i_a = i_m + i.$$

Man sagt, die Magnetwicklung liegt „parallel" zum äußeren Kreis, beide liegen direkt an den Bürsten, also an derselben Spannung, nämlich der Klemmenspannung. Ist, wie bei Leerlauf, der äußere Kreis offen, der äußere Widerstand also $w = \infty$ (unendlich), so ist die Klemmenspannung = EMK; der offene äußere Kreis ist natürlich stromlos.

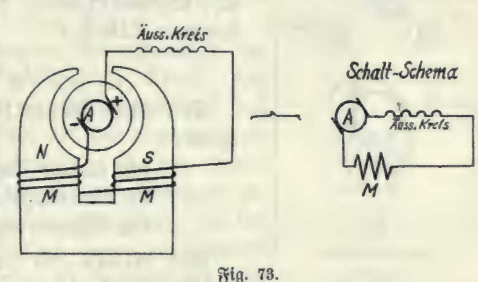


Fig. 73.

Ist der äußere Kreis durch einen sehr kleinen Widerstand oder ganz „kurz geschlossen", $w = 0$ (Kurzschluß), so fallen die beiden Klemmen gewissermaßen in einen Punkt zusammen, demnach ist die Klemmenspannung 0, da aber an dieser Spannung auch die Magnetwicklung liegt, ist der Magnetstrom, nnd somit die Erregung 0; es fließt dann wieder kein Strom im äußeren Kreise. Der äußere Strom ist somit bei Kurzschluß und bei Leerlauf 0, die Klemmenspannung ist ein Maximum bei Leerlauf und nimmt bis 0 ab bei Kurzschluß.

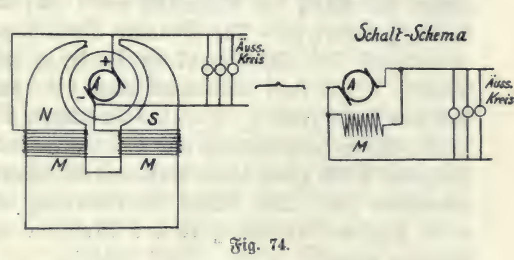


Fig. 74.

Die Veränderungen im äußeren Stromkreise wirken also auf die Klemmenspannung zurück. Man kann jedoch auch erreichen, daß die Klemmenspannung konstant bleibt; das ist der Fall bei Parallelschaltung einer Nebenschlußmaschine und einer Batterie. (Fig. 75.)

Die Batterie (Akkumulator) hat eine konstante EMK und wegen des beim Akkumulator immer sehr kleinen inneren Widerstandes auch eine, praktisch genommen, konstante Klemmenspannung. (Der innere Widerstand entspricht hier dem Ankerwiderstand einer Dynamo und verursacht also wie dieser bei geschlossenem Kreise ein Abfallen der EMK infolge des Ohmschen Spannungsverlustes.) Wir nehmen an, die Batterie sei geladen und wirke gemeinsam mit der Dynamo auf das äußere Netz. Es vereinigen sich also Batteriestrom i_b + Ankerstrom i_a zum äußeren Strom i

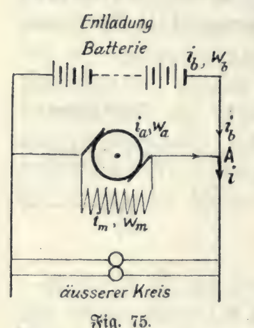


Fig. 75.

$$i = i_b + i_a.$$

Es können sich nun folgende drei Größen ändern:

1. der äußere Strombedarf (i),
2. die Tourenzahl der Maschine (n),
3. der Magnetwiderstand (w_m).

Wie verhält sich in diesen drei Fällen die Batterie?

1. Fall. Es ändere sich der Strombedarf im äußeren Kreise. An der konstanten Klemmenspannung liegt auch die Magnetwicklung; der erregende Strom (Kraftfeld) und die EMK der Maschine ändern sich somit nicht. Bei konstanter EMK und Klemmenspannung ist aber auch der Ankerstrom i_a konstant. Es kann daher gemäß obiger Gleichung die Änderung von i nur auf i_b, den Batteriestrom, zurückwirken. Die Dynamo bleibt somit unberührt.

2. Fall. Die Tourenzahl der Maschine ändere sich, werde z. B. kleiner. Dann sinkt allerdings auch die davon abhängige EMK und der Ankerstrom i_a. Da aber der äußere Strom wegen der konstanten Klemmenspannung und des ungeändert gebliebenen Widerstandes w selbst gleich blieb, muß nach der obigen Gleichung wieder i_b gewachsen sein. Wie früher die Änderung im äußeren Kreis, so wirkt jetzt die Änderung in der Maschine selbst wieder auf die Batterie zurück.

3. Fall. Der Magnetwiderstand, also w_m, ändere sich; so ändert sich wieder die EMK, ohne die Klemmenspannung zu beeinflussen. Diese Regulierung des w_m ergibt die einzelnen Wirkungsweisen der Batterie und Maschine. Da die Stromstärke nach dem Ohmschen Gesetze dem Widerstand verkehrt proportioniert ist, kann durch Erhöhung des w_m die Magnetstromstärke und somit die EMK

erniedrigt werden, bis diese z. B. die Größe der Klemmenspannung der Batterie besitzt. Es war früher $E - e = i_a w_a$, also jetzt, wenn $E = e$, $i_a w_a = 0$ und $i_a = 0$; da aber auch $i = i_a + i_b$ ist, wird $i = 0 + i_b$, d. h. die Batterie liefert allein den ganzen äußeren Strom. Umgekehrt kann man auch durch Verringerung des w_m den Magnetstrom so steigern, daß die gleichzeitig wachsende EMK einen Ankerstrom erzeugt, der schließlich den Stromwert im äußeren Kreise erreicht; dann ist $i = i_a$, der Batteriestrom i_b aber verschwindet, und nur die Maschine arbeitet aufs äußere Netz.

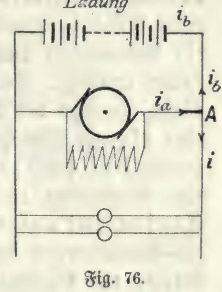


Fig. 76.

Die bisher angestellten Betrachtungen, bezogen sich auf die gemeinsame Arbeit von Maschine und Batterie, wobei die EMK der Maschine immer größer als die Batteriespannung sein mußte. Die Batterie hat sich hierbei **entladen**. Die Maschine kann aber auch zur **Ladung** der Batterie benutzt werden. In der Fig. 76 ist diese Schaltung gezeichnet, wobei die Maschine gleichzeitig die Batterie lädt und das äußere Netz speist. Es teilt sich dann der Ankerstrom bei A in den Batterieladestrom und in den äußeren Strom, also

$$i_a = i + i_b.$$

Solange hierbei der äußere Strombedarf, i, unter dem Ankerstromwert, i_a, bleibt, geht der überschüssige Teil des letzteren in die Batterie als Ladestrom; die Batterie ist hier als Reserve wirksam. Je größer der äußere Bedarf, desto weniger wird in die Batterie fließen können, es sinkt also **nur** der Batteriestrom. Übersteigt schließlich der äußere **Bedarf** den Ankerstromwert, so tritt die Batterie als Stromquelle in Tätigkeit und gibt die bisher aufgespeicherte Energie wieder ab, d. h. liefert mit der Maschine Strom ins Netz; wir haben dann wieder den bereits besprochenen Fall der Entladung.

Aus all dem ist die hohe Verwendbarkeit der Batterie klar ersichtlich. Alle Schwankungen und Stöße wirken in letzter Linie nur auf sie, die wie ein elastischer Puffer wirkt. Sie heißt darum auch geradezu „**Pufferbatterie**". Sie nimmt die Stöße wie eine zusammengedrückte Feder auf, um sie im geeigneten Augenblicke wieder als Energie abzugeben. Dabei entsprechen dem Spannen und Entspannen der Feder Ladung und Entladung der Batterie, zwischen welchen Zuständen sie beständig hin- und herschwankt, entsprechend den Veränderungen im äußeren Stromkreise.

3. Kapitel.

Der Antrieb. Der Elektromotor.

Prinzip. Der Elektromotor ist — wie schon erwähnt — die Umkehrung der Dynamo. Bei dieser wurde ein zuerst noch stromloser Leiter in einem magnetischen Felde bewegt und damit erzielt, daß nun ein Strom durch den Leiter floß. Das Wesentliche daran ist die dem Leiter zu erteilende Bewegung, zu der ein Aufwand von mechanischer Arbeit erforderlich ist. Die Notwendigkeit eines Arbeitsaufwandes deutet klar darauf hin, daß der Bewegung ein Widerstand entgegensteht, der eben vom stromdurchflossenen Leiter ausgeht. Dieser Leiter will, sobald ihn der Strom durchfließt, infolge der Wechselwirkung zwischen Strom und Kraftfeld eine eigene Bewegung machen, die der ihm erteilten entgegengerichtet ist, diese zu hemmen sucht; er würde, sich selbst überlassen, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung einschlagen. Das Äquivalent unseres mechanischen Arbeitsaufwandes, d. i. der Preis unsrer Arbeit, ist eben die elektrische Energie des Stromes. Senden wir dagegen in den ruhenden Leiter eines in einem magnetischen Feld drehbaren Ankers elektrischen Strom von gleicher Richtung wie der früher induzierte, so wird der Leiter die oben begründete Bewegung ausführen, die entgegengerichtet ist der ihm früher erteilten. Wenn also der Generator als Motor laufen soll, so ist bei gleicher Stromrichtung seine Drehrichtung umgekehrt, oder aber, wenn wir die Drehrichtung erhalten wollen, muß die Stromrichtung die entgegengesetzte werden. — Die Motoren werden ganz so wie die Generatoren ausgeführt. Nur fließt jetzt der Strom von der elektrischen Stromquelle kommend zunächst als Gleichstrom in eine Bürste, teilt sich hier in die zwei durch die Ankerhälften fließenden Ströme, die in den einzelnen Windungen als Wechselströme auftreten, um bei der zweiten Bürste sich zu vereinigen und als Gleichstrom wieder auszutreten.

Die vom Strom durchflossenen Windungen erzeugen eine Drehung des Ankers. Die Bewegung des Ankers und der auf ihm liegenden Drähte ruft in diesen Drähten wie bei der Dynamo nun ihrerseits einen Strom hervor, der, wie vorauszusehen, dem bereits fließenden entgegenfließen will. Daß er nicht mit dem vorhandenen gleichgerichtet sein kann, ist einzusehen, wenn man bedenkt, daß in diesem Falle eine Summierung beider Ströme zu einer fortgesetzten Steigerung der Stromstärke und somit der Bewegung führen würde, und

zwar ohne äquivalenten mechanischen Aufwand, was dem Prinzipe der Erhaltung der Energie widerspräche.

Die durch den Ankerstrom primär erzeugte Bewegung induziert also sekundär eine entgegengerichtete EMK, die einen entgegengerichteten Ankerstrom hervorzurufen strebt. Sie führt den Namen Gegen-EMK. Diese EMK ruft zwar **keinen** selbständigen Strom hervor, sondern hat nur die Tendenz dazu, sie **hemmt** aber den vorhandenen Strom und schwächt ihn. Soll also trotz dieser Schwächung ein Strom im Anker fließen, so muß der hineingesandte Strom größer sein als der entgegenwirkende, oder, was dasselbe ist, die an den Motor von außen angelegte Klemmenspannung muß so groß sein, daß sie nicht nur den Ohmschen Widerstand des Ankers, sondern auch noch die Gegen-EMK überwinden kann.

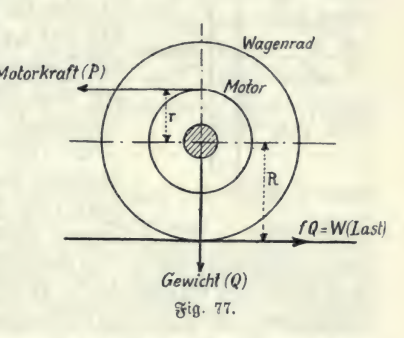


Fig. 77.

Also $e = E + i_a w_a$, wenn e die angelegte Klemmenspannung, E die Gegen-EMK, i_a und w_a Strom und Ohmschen Widerstand des Ankers bedeuten.

Der schließlich wirklich fließende Strom hat nun jenes Drehmoment zu erzeugen, das — im Beharrungszustand — gleich ist dem Drehmoment, das von der zu ziehenden Last an der Motorwelle ausgeübt wird. Darin beruht ja die Wirkungsweise des Motors. An der Motorwelle (Fig. 77) wirken, mit ihr direkt oder durch eine Übertragung verbunden, als Last die Wagenräder, die gedreht werden sollen. Die hierzu nötige Arbeit ergibt sich als Produkt aus Last und Lastarm. Ebensogroß muß die vom Motor geleistete Arbeit, d. h. sein Drehmoment werden; mit anderen Worten: es muß ein so starker Strom im Anker fließen, daß er ein derartig großes Drehmoment erzeugt als es dem Lastmoment entspricht.

Wenn nun z. B. die Belastung des Motors vergrößert wird, so wirkt diese Vergrößerung gewissermaßen nun bremsend auf die Motorwelle, die somit ihre Bewegung und damit die des Ankers verlangsamt, mit geringerer Tourenzahl läuft. Damit sinkt nun auch die durch die Bewegung des Ankers hervorgerufene Gegen-EMK. Liegt der Motor an einer konstanten Klemmenspannung e,

so folgt aus der Gleichung: $e = E + i_a w_a$, daß, wenn E kleiner wird, $i_a w_a$ größer werden muß, weil e = konstant ist; oder, da ja w_a, der Ankerwiderstand, sich nicht verändert hat, daß der Ankerstrom i_a größer geworden ist. Bei wachsendem Lastmoment wächst somit der Ankerstrom. Der so angewachsene Ankerstrom ist nun wieder imstande, ein dem vergrößerten Lastmomente entsprechendes, größeres Drehmoment zu erzeugen. Umgekehrt hat eine Verringerung der Last eine Steigerung der Tourenzahl und dadurch der Gegen-EMK E zur Folge, so daß jetzt der Ankerstrom kleiner wird, ebenso das Drehmoment. Die Gegen-EMK ist also, wie man sieht, ein Regulator, der von der Tourenzahl beeinflußt wird.

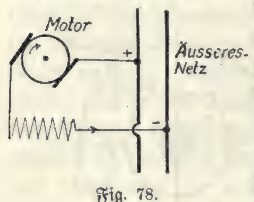


Fig. 78.

Die im Elektromobilbau verwendeten Motoren sind fast ausschließlich Serienmotoren. Sie entsprechen den Hauptstromgeneratoren in der Schaltung vollkommen und sind daher durch das beistehende Schema gekennzeichnet. (Fig. 78.) Das äußere Netz liefert den Gleichstrom, z. B. von einer Dynamo oder Batterie herrührend, der hintereinander Anker und Magnetwicklung durchfließt, um sodann wieder ins Netz zurückzukehren. Der Ankerstrom ist demnach hier gleichzeitig der magnetisierende oder Erregerstrom. Es wird somit eine Änderung des einen immer auch gleichzeitig eine Änderung des anderen bedingen. Wenn sich nun die Belastung verändert, z. B. erhöht, so wird das größere Lastmoment ein größeres Drehmoment erfordern, das nur durch den größeren Ankerstrom erzeugt werden kann. Da aber mit dem Ankerstrom auch der Magnetstrom wächst, findet gleichzeitig eine Steigerung der Erregung, d. h. eine Vermehrung der Kraftlinien statt. Dabei kann nun die Tourenzahl erheblich fallen, denn die Zahl der Kraftlinienschnitte, die zur Erzeugung der EMK nötig ist, wird wegen der größeren Zahl der Kraftlinien schon bei geringerer Tourenzahl erreicht. Dieses Abfallen der Tourenzahl ist natürlich für die Antriebsmaschine (Dynamo) sehr günstig, weil diese trotz der größeren Belastung keine größere Leistung zu liefern braucht. Es ist dabei allerdings auffällig, daß der Strom trotz der geringen Tourenzahl stärker sein kann; aber das ist zu begreifen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß eben bei geringerer Tourenzahl auch der Widerstand gegen den Stromfluß, nämlich die Gegen-EMK kleiner wird. Der Tourenabfall ist also ein bedeutender Vorteil des Serien-

motors, der ihn eben sehr geeignet macht, als Zugorgan verwendet zu werden. Dazu kommt noch die wertvolle Eigenschaft dieses Motors, daß bei steigender Belastung das erforderliche Drehmoment schon durch einen relativ kleinen Strom geliefert wird, weil ja für den dem Zuwachs des Lastmomentes entsprechenden Mehraufwand nicht nur der Ankerstrom, sondern auch das mit ihm wachsende Feld aufzukommen hat, sich also mit jenem in die Mehrleistungen gewissermaßen teilt. Gerade bei Wagenmotoren und allgemein bei jeder Traktion, ist das sehr erwünscht. Denn beim Anfahren, beispielsweise, ist die Belastung wesentlich höher als im normalen Betriebe, weil hier die größere Reibung zu Beginn der Bewegung überwunden werden muß, weil ferner die ganzen bisher ruhenden Massen erst in Bewegung gesetzt werden müssen. Ebenso bedeuten Steigerungen im Gefälle eine Vergrößerung der Belastung.

Regelung. Bisher wurde das Verhalten des Motors unter wechselnder Belastung infolge äußerer Änderungen — unabhängig vom Fahrer — untersucht, sozusagen seine Selbsteinstellung. Nunmehr ist noch zu sagen, auf welche Weise der Fahrer imstande ist, verschiedene Tourenzahlen, also Geschwindigkeiten bei konstanter Belastung zu erzielen.

Alle Vorgänge im Motor hängen aufs engste mit der elektromotorischen Gegenkraft zusammen. Im ruhenden Anker kann es eine solche noch nicht geben, sie ist ja erst die Folge der Bewegung. Das ist bei der Einleitung der Bewegung wichtig; da im ersten Augenblick nicht, wie es später der Fall wird, dem ungehinderten Anwachsen des Ankerstromes durch die Gegen-EMK vorgebeugt wird, muß der Strom durch sog. Vorschaltwiderstände zunächst geschwächt werden. Mit dem Auftreten der regulierenden Gegen-EMK werden diese Vorschaltwiderstände, die nun überflüssig sind und auch unnötige Verluste verursachen, wieder ausgeschaltet. Die Gegen-EMK ist proportional der Zahl der Kraftlinienschnitte, d. h. der Tourenzahl und der Kraftlinienzahl (Feldstärke) $E = C \cdot n \cdot N$, wobei E die Gegen-EMK, C einen konstanten Faktor, n die Tourenzahl und N die Kraftlinienzahl bedeuten; ebenso ist $n = \frac{1}{C} \frac{E}{N} = C_1 \frac{E}{N}$, wenn für $\frac{1}{C} = C_1$ als neue Konstante gesetzt wird. Daraus geht hervor, daß die Tourenzahl ihrerseits der Gegen-EMK direkt, der Feldstärke aber verkehrt proportioniert ist. Zur Veränderung der Tourenzahl kann man

daher diese beiden Größen heranziehen. Und zwar wird z. B. eine Änderung zu erzielen sein durch Veränderung entweder der Gegen-EMK E oder der Feldstärke N. Nach der oft benutzten Gleichung ist aber $E = e - i_a w_a$.

1. Zur Verkleinerung des E bieten sich also zwei Wege. a) das Anlegen einer niedrigeren Klemmenspannung „e", b) die Vergrößerung des Gesamtwiderstandes durch Einschalten eines Vorschaltwiderstandes. Durch beide Vorgänge, die praktisch zusammenfallen, wird die Gegen-EMK als Differenz der veränderlichen Größen kleiner und verringert die Tourenzahl.

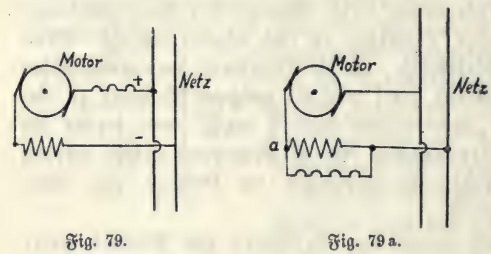


Fig. 79. Fig. 79a.

2. Eine Möglichkeit, die Tourenzahl zu steigern, bot sich weiter in der Schwächung des Feldes, also zunächst des Magnetstromes. Der hierzu notwendige Widerstand muß in diesem Falle dem Magnetwiderstande parallel gelegt werden (Fig. 79, 79a); dann teilt sich der Ankerstrom bei a in zwei Zweigströme, und durch die Magnetwicklung fließt ein schwächerer Strom, dessen Stärke nach einem von Kirchhoff gefundenen Gesetze aus der Beziehung, daß sich die Zweigströme verkehrt wie die Widerstände verhalten, berechnet werden kann. Der Magnetstrom, infolgedessen das von ihm erregte Feld, ist dann geschwächt, während der unverzweigte Ankerstrom davon ganz unberührt bleibt.

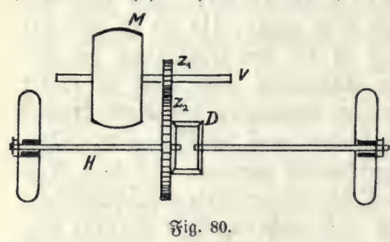


Fig. 80.

Ein ganz anderes Verhalten als der Serienmotor zeigt uns der Nebenschlußmotor, der jedoch als Antriebsmotor im Elektromobilbau keine Verwendung findet — von vereinzelten, immer wieder aufgegebenen Versuchen abgesehen —, so daß hier auf diesen nicht näher eingegangen wird.

4. Kapitel.

Die Kraftübertragung.

Anordnung des Motors. Die ungemein einfache Art, wie der Elektromotor seine Kraft auf die zu treibenden Wagenräder überträgt, läßt klar die großen Vorteile gegenüber dem Benzinautomobil mit seinem umständlichen Rädergetriebe erkennen.

Wir unterscheiden zunächst die Bauart mit einem und die mit zwei Motoren. In jedem dieser beiden Fälle können die Motoren auf einer Vorgelegewelle oder direkt auf der Hinterrad- (Vorderrad-) Achse sitzen.

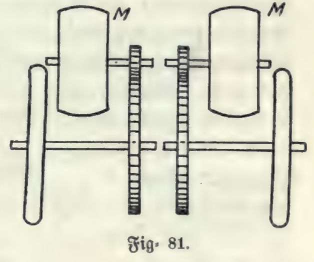


Fig. 81.

Im allgemeinen sind die in den folgenden schematischen Figuren skizzierten Ausführungen üblich.

Auf einer Vorlegewelle (Fig. 80) sitzen der Motor *M* und ein kleines Stirnrad z_1, das mit einem Stirnrad z_2 auf der Hinterradachse oder, wie es jetzt häufig geschieht, der Vorderradachse, in Eingriff steht und dadurch diese Achse mitnimmt.

Diese Achse muß aber zur Ermöglichung voneinander unabhängiger Bewegungen der beiden Wagenräder (bei Kurven) unterteilt und mit einem Differentialgetriebe versehen sein, wie es bei den Benzinautomobilen besprochen wurde. (Siehe S. 59 u. ff.) Statt der Zahnradübersetzung kann natürlich auch eine Kettenübertragung benutzt werden.

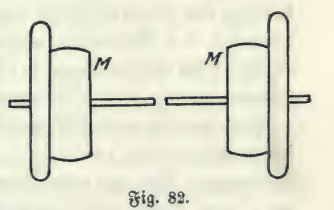


Fig. 82.

Bei einer symmetrischen Verdopplung der eben beschriebenen Anordnung (Fig. 81) haben wir zwei Motoren und zwei Zahnradübersetzungen; die Vorgelege- und die angetriebene Welle sind beide in der Mitte unterteilt, das Differentialgetriebe kann daher entfallen.

Die Fig. 82 zeigt eine Anordnung mit zwei Motoren direkt auf der Wagenradachse (vorne oder hinten). Eine Übersetzung und ein Differentialgetriebe sind nicht vorhanden. Die Motoren sind so gebaut, daß sie nur ca. 150 Touren im Mittel machen, so daß eine Herabminderung der Tourenzahl überflüssig ist (System Lohner-Porsche). Die so gebauten Elektromobile zeichnen sich

besonders durch fast vollkommen geräuschlosen Gang aus, was beim Fehlen jeglicher Zahnräder, Ketten und ähnlicher Übertragungen begreiflich ist.

5. Kapitel.

Regulierung.

Beim Benzinautomobil erfolgte die Regulierung einerseits am Antriebsmotor durch Gas und Zündung; und anderseits war zur Veränderung der Geschwindigkeit der angetriebenen Räderachse der Einbau eines Wechselgetriebes erforderlich. Beim Elektromobil wird die ganze Regulierung auf elektrischem Wege durch verschiedene Schaltungen erzielt. Wir prüfen daraufhin zunächst das Elektromobil mit reinem Batterieantrieb und setzen zuerst den Fall voraus, daß nur ein Motor den Antrieb besorgt. Wir wissen, daß es ein Serienmotor ist, und haben schon gesehen, daß eine Änderung der Tourenzahl herbeigeführt werden kann durch eine Änderung der an den Motor angelegten Spannung. Zu diesem Zwecke läßt sich die Akkumulatorenbatterie in mehrere gleiche Teile zerlegen. Zum Verständnis der Wirkung solcher Teilung müssen einige Elementarsätze der Elektrotechnik aufgefrischt werden.

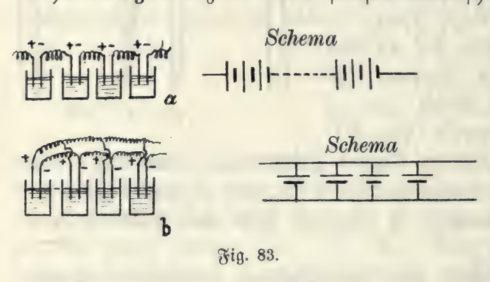


Fig. 83.

Bekanntlich setzt sich die Batterie aus einer Zahl von galvanischen Elementen zusammen. Jedes solche Element hat eine ganz bestimmte, ihm eigentümliche Spannung, z. B. von 2 Volt; hängt man nun mehrere solcher Elemente derart aneinander, daß jeweils die negative Elektrode mit der positiven der vorhergehenden Zelle verbunden ist, so fließt der Strom hintereinander durch alle Zellen, und man nennt eine derartige Anordnung Hintereinander-(Serien-)schaltung (Fig. 83 a). Der Spannungsunterschied in jeder Zelle muß 2 Volt betragen, so daß er also von Zelle zu Zelle um 2 Volt wächst und der Unterschied zwischen der ersten und letzten Elektrode so vielmal 2 Volt beträgt, als wir Zellen verbunden haben. — Verbindet man aber alle positiven und alle negativen Elektroden zu einer Batterie, so erhält man eine Parallelschal-

tung, bei der gewissermaßen alle gleichbezeichneten Elektrodenplatten zusammen nur je eine einzige große Platte bilden, so daß eigentlich nur 1 große Zelle vorhanden ist, die dieselbe Spannung haben muß, wie eine einzige früher hatte, nämlich 2 Volt (siehe Fig. 83b).

Wenn man sonach die Akkumulatorenbatterien durch Hintereinanderschaltung aller Elemente bildet, so ist an den beiden Endklemmen die größte der Zellenzahl entsprechende Spannung verfügbar. Teilt man die Batterie jedoch in zwei Hälften und schaltet diese parallel, so verringert sich die Batteriespannung natürlich auf die Hälfte. Ebenso kann die Batterie auch in vier Teile zerfallen.

Es ist klar, daß man z. B. diese kleinste Spannung beim Anfahren an den Motor legt, während man allmählich zunächst durch Zweiteilung und schließlich durch vollkommene Serienschaltung die Spannung und damit die Tourenzahl in bekannter Weise steigert.

Auch die zweite, im vorigen Kapitel besprochene Regulierungsmöglichkeit wird verwertet, nämlich die Änderung der Tourenzahl durch Änderung des Feldes, d. h. der Kraftlinien, indem der Erregerstrom durch ihm parallel geschaltete Widerstände geschwächt wird. Natürlich ist auch eine Kombination beider Schaltungen möglich.

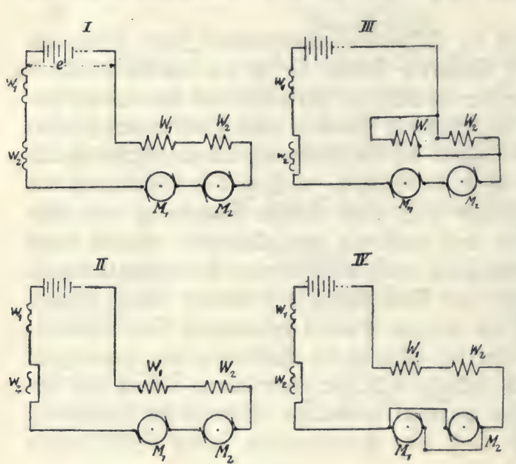
Sind dagegen zwei Motoren zum Antrieb verwendet, so kann man auf die Batterieteilung verzichten; man hat in diesem Falle an den Batterieklemmen stets dieselbe Spannung und reguliert durch Veränderung des Gesamtwiderstandes.

Die früher erwähnten Gesetze über Parallel- und Serienschaltung gelten natürlich nicht nur für galvanische Elemente, sondern ganz allgemein, also auch für alle Widerstände; in unserem Falle sind das die Anker- und Magnetwicklungen, eventuell auch eigene, der Regulierung dienende Vorschaltwiderstände. Es ergeben sich dann die folgenden Schaltungsmöglichkeiten:

An der konstanten Spannnung der Akkumulatorenbatterie liegen (s. Fig. 84 I) hintereinander: 2 Vorschaltwiderstände w_1, w_2, die 2 Motoren M_1, M_2 und ihre 2 Feldwicklungen W_1, W_2.

Auf jeden Motor kommt nach dem Gesagten zufolge der Hintereinanderschaltung nur die Hälfte der verfügbaren Spannung. Ein Motor ist dabei zugleich Vorschaltwiderstand für den andern. Diese Schaltung ergibt naturgemäß die kleinste Geschwindigkeit, weil, abgesehen von der Spannungsteilnng, auch noch in den sämtlichen hintereinandergeschalteten Widerständen

Spannungsverluste auftreten, die die für den Motor verfügbare Spannung aufs kleinste Maß herabdrücken. Eine größere Spannung wird zunächst erzielt durch Ausschalten oder Kurzschließen eines Vorschaltwiderstandes, z. B. w_2 (II). Die nächste Stellung zeigt die Magnetwicklungen nicht mehr hintereinander, sondern parallel gelegt (III), so daß sich ihr Widerstand auf die Hälfte verringert, dementsprechend auch der durch sie hervorgerufene Spannungsabfall.



In IV liegen sie wieder hintereinander, während jetzt die Motoren parallel liegen; in V schließlich sind Motor und Magnete jederseits parallell und gegenseitig hintereinander geschaltet, wodurch wir bei der größten Geschwindigkeit angelangt sind.

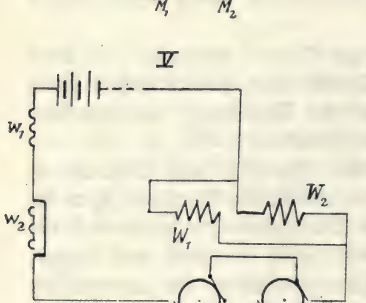


Fig. 84.

Haben wir Wagen mit gemischtem Antrieb, so tritt nur an Stelle der Batterie nunmehr eine Dynamo als Stromquelle, und als Antriebsmotor für die Dynamo wirkt ein Explosionsmotor der im I. Abschnitt erörterten Bauart.

Wir setzen zunächst wieder voraus, daß der Wagen nur mit einem Motor ausgerüstet sei. Da bietet sich nun die Möglichkeit, die von der Dynamo gelieferte Spannung durch den Explosionsmotor zu ändern, indem man diesen mit größerer oder kleinerer Tourenzahl laufen läßt. Dazu dient, wie bereits besprochen[1]), die Verstellung der Zündung und

1) Siehe Seite 77.

die Regulierung der Gaszufuhr. Im selben Verhältnis wie die Tourenzahl des Explosionsmotors, ändert sich dann auch die der Dynamo, und es steigt oder sinkt entsprechend die EMK und die Klemmenspannung.

Gehen wir nun wieder auf zweimotorige Wagen über, so kann auch hier das für Batteriebetrieb gesagte gelten, indem man auf die bereits beschriebene Art mit Vorschaltwiderstand und Schaltungsänderung im Anker und Magnetkreis reguliert. Auf eine Regulierung des Explosionsmotors kann man dann eventuell ganz verzichten, so daß er mit dem günstigsten Wirkungsgrade dauernd seine Maximalleistung an die Dynamo abgibt, wobei auch diese auf konstanter Leistung erhalten bleibt.

Die elektrische Leistung wird gemessen in Watt oder Voltampères denn sie ist das Produkt aus Spannung und Stromstärke *(e. i)*. Dieses Produkt kann auch, wenn sich beide Faktoren ändern, konstant bleiben, nur muß die Änderung in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander derart erfolgen, daß mit jeder Steigerung der einen Größe gleichzeitig eine Verkleinerung der anderen einhergeht. Ein wachsender Strombedarf des Motors muß daher mit einer Reduktion der Klemmenspannung Hand in Hand gehen, wie es durch Schwächung des Magnetfeldes erreichbar ist. Praktisch wird dies entweder durch automatisches Abschalten von Erregerwindungen oder durch Parallelschalten von Widerständen erzielt.

6. Kapitel.

Bremsen und Reversieren.

Das Bremsen erfolgt wie beim Benzinautomobil durch von Hand oder Fuß aus zu betätigende Band- oder Backenbremsen, die auf die Wagenrad- oder auf die Motorwelle wirken. Für diese Bremsvorrichtungen gilt daher das in dem betreffenden Kapitel bereits Gesagte. Überdies bietet der Motor selbst noch eine Bremsmöglichkeit, die hier besprochen werden muß. Das ist die sogenannte „Kurzschlußbremsung". Die beruht darauf, daß man den Motor von der Stromquelle trennt und als Dynamo auf Widerstände arbeiten läßt. Wenn nämlich der Wagen noch Schwung besitzt oder im Gefälle läuft, so wird, nach Abschalten des Motors von der Batterie, diese Wagenbewegung den Motor in der ihm schon eigenen Drehrichtung noch weiter zu bewegen suchen: der Motor, der ja, weil er abgeschaltet ist, strom-

los wird, treibt nun nicht mehr den Wagen, wird aber von ihm getrieben, ist also ersichtlich zur Dynamomaschine geworden, d. h. in seinen Ankerdrähten wird infolge der Ankerdrehung Strom fließen. Erinnern wir uns hier an das gelegentlich über die Gegen-EMK Gesagte, so werden wir erkennen, daß die Stromrichtung sich dabei umkehren wird müssen. Noch klarer wird das vielleicht durch die Erwägung, daß in einem plötzlich stromlos gewordenen Motor, der sich in gleichem Sinne fortdreht, die Gegen-EMK sozusagen frei wird und nun ihren Strom, der ja dem früher bestandenen entgegenwirkte, durch die Drähte senden kann. Es ändert also der Ankerstrom, aber, wegen der Serienschaltung (siehe Fig. 78), auch der Magnetstrom sein Zeichen, seine Richtung. Da das letztere wegen der sonst eintretenden Entmagnetisierung der Feldpole unbedingt vermieden werden muß, ist es nötig, die Magnete umzuschalten, d. h. das früher mit der positiven Bürste versehene Ende der Magnetwicklung an die negative anzulegen und umgekehrt.

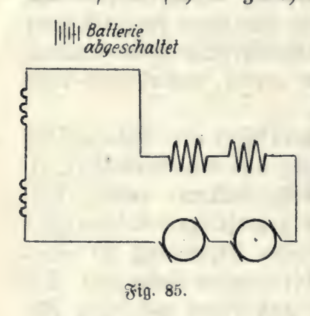


Fig. 85.

Die Wirksamkeit des Motors als Dynamo (Fig. 85) wird so lange andauern, bis die ganze Bewegungsenergie des Wagens verbraucht und in elektrische umgesetzt ist. Der durch die Bewegung entstehende Strom gibt seinerseits seine Energie in Form von Wärme an den Widerstand, der den Stromkreis geschlossen hat, ab. Erleichtert man diese Energieabgabe durch Kurzschließen eines oder aller Vorschaltwiderstände, so kann natürlich dadurch auch die Bremswirkung gesteigert werden.

Der Elektromotor gestattet in bequemer Weise die Umkehrung der Fahrtrichtung — das Reversieren — durch einfache Umkehrung seiner Drehrichtung. Selbstverständlich ist er hierbei mit der Batterie verbunden zu denken. Hierzu genügt es, den Strom in umgekehrter Richtung durch den Anker zu senden, d. h. also die Ankerklemmen zu vertauschen.

7. Kapitel.

Schaltmechanismus (Kontroller) und Lenkung.

Es ist nun notwendig, alle diese besprochenen Schaltungen, nämlich die Kombination der Neben- und Hintereinanderschaltungen,

die Abtrennungen und Umschaltungen, durch ein zentrales Schaltorgan bewerkstelligen zu können. Diesem Zwecke dient der Fahrschalter oder **Kontroller**, eine stehend oder liegend angeordnete zylindrische Walze. Auf deren Umfang sind verschieden lange, voneinander isolierte Kontaktstreifen verteilt, die an fixen, mit Batterie und Motor leitend verbundenen Kontaktfedern vorübergleiten; dabei werden je nach der Walzenstellung entsprechende Verbindungen hergestellt. Die verschiedenen Walzenstellungen werden durch Drehen der Walze erreicht; zu diesem Zwecke sitzt z. B. auf der Kontrollerachse ein kleines Zahnrad z (Fig. 86), das in einen mittels Handhebel und Griff drehbaren Zahnsektor Z eingreift.



Fig. 86.

Über die Lenkvorrichtung ist nichts besonderes zu sagen, es erfolgt die Lenkung wie bei Benzinmotoren durch Handrad und Schnecke oder Schraube, gewöhnlich auf die Vorderräder.

8. Kapitel.

Anwendungen.

Die Elektromobile haben sowie die Benzinautomobile mannigfache Verwendung im Verkehrsleben gefunden. Als Personenbeförderungsmittel sind sie sogar auf einem Gebiete den Benzinwagen erfolgreich entgegengetreten, nämlich als Stadtdroschke. Infolge der besonderen Verwendungsart auf den kurzen Strecken eines Lokalverkehrs fällt dann die Kurzlebigkeit der Akkumulatoren nicht mehr so sehr ins Gewicht, zudem in der Großstadt die rasche Auswechslung oder Wiederaufladung erschöpfter Batterien keinen Schwierigkeiten begegnet. Bei Privatdroschken wird daher mit Vorliebe der Akkumulatorenbetrieb wegen seiner sonstigen Einfachheit gewählt. Wenn auch bei derartigen Luxusfahrzeugen die ökonomische Seite des Betriebes mehr zurücktritt, so ist es dennoch nicht unwichtig, festzustellen, daß auch das Elektromobil nach den Versuchen der letzten Jahre auch hier den Wettbewerb mit dem Benzinwagen aufzunehmen vermag. Für den Fernverkehr allerdings sind die Akkumulatorenwagen noch so gut wie unverwendbar. Neben der Ausbildung als Droschke findet man das Elektromobil vornehmlich als Lastentransportmittel im städtischen Lokalverkehr. Immer häufiger sind elektrisch betriebene Omnibusse anzutreffen (gewöhnlich

mit Oberleitung z. B. nach dem Systeme der Ingenieure Stoll und Porsche), ebenso sind Feuerlöschtrains bereits mehrfach ausgeführt worden. Ein ausgedehnteres Anwendungsgebiet wird sich vielleicht mit der weiteren Ausgestaltung der Wagen mit gemischtem Antrieb ergeben.

Daß in allerletzter Zeit auch versucht wird, Motorräder mit elektrischem Antrieb auszugestalten, sei noch der Vollständigkeit halber erwähnt.

Schlußbetrachtung.

Vergleich der einzelnen Kategorien.

Im Kampfe zwischen Dampf, Benzin und Elektrizität um die Vorherrschaft im Automobilbau hat vorläufig das Benzin gesiegt. Im Anfang war der Dampf konkurrenzlos. Die ersten nicht mit animalischer Kraft betriebenen Automobile waren Dampfwagen (s. auch das Titelbild). In ihnen sind die Ahnherren des modernen Kraftfahrzeugs zu erblicken. Aber es ist ihnen ein merkwürdiges Schicksal beschieden gewesen. Sie haben sich nie recht behaupten können, und immer war eigentlich die Zahl ihrer Gegner größer als die ihrer Anhänger. In den Ausstellungen der letzten Jahre sind sie immer mehr in den Hintergrund getreten, um zuletzt beinahe schon als Kuriosum zu gelten. Trotzdem haben sie unleugbare und bedeutsame Vorzüge, die sie wohl berechtigen könnten, eine wichtige Rolle im Verkehrsleben neben Benzin- und Elektroautomobilen zu spielen. Aber die Zahl der dampfbetriebenen Personenwagen ist verschwindend, und nur beim Antrieb von Lasttransportwagen hat sich der Dampfmotor noch nicht verdrängen lassen, wiewohl ihm auch auf diesem Gebiete bereits Benzin- und Elektromotor bedeutende Konkurrenz machen.

Es ist schwer zu sagen, was an diesen Tatsachen schuld ist. Denn an Einfachheit der Krafterzeugnug und Kraftübertragung ist der Dampfwagen dem Explosionswagen entschieden überlegen. Keine Kupplung, kein Zahnräderwechselgetriebe, sondern eine einfache direkte Übertragung vom Motor auf die Wagenräder; den Wechsel der Geschwindigkeit bewirken ausschließlich der Motor und seine zugehörigen Organe (Dampferzeuger, Brenner). Auch leidet der Dampfmotor keineswegs an dem Nachteil des 4taktigen Benzinmotors, ohne besonderen Mechanismus nicht rückwärts fahren zu können. Weiter: empfindliche Organe wie es

die meisten Vergaser sind, fehlen dem Dampfmotor; denn die Brenner sind, im Vergleich zu den automatischen Vergasern z. B., überaus einfach; die erreichbaren Geschwindigkeiten sind nicht kleiner als die anderer Systeme. Aber man hat gegen den Dampfwagen die Explosionsgefahr geltend gemacht. Bei den heute für den Personentransport üblichen Kesselausführungen kann von einer solchen kaum die Rede sein, wogegen die Möglichkeit bei den Lastwagenkesseln immerhin nicht geleugnet werden kann: doch dürfte sich eine solche höchstens auf das Platzen eines oder des anderen Rohres beschränken und von keiner verheerenden Wirkung begleitet sein. Auch die Bildung von Kesselstein an den Innenwänden der wasserberührten Kesselteile ist durch starke Zirkulation des Wassers leicht zu vermeiden. Ein Nachteil bei echten Kesseln mit Kohlen- oder Holzfeuerung liegt im Erfordernis einer Bedienung und kontinuierlichen Dampferzeugung. Dagegen werden auch die zweifellos erheblichen Kosten für den Brennstoff mit Recht angegriffen. Ob indessen die tatsächliche Wirtschaftlichkeit bei Berücksichtigung der gesamten Anschaffungs-, Fahr- und Erhaltungskosten sich ungünstiger ergiebt als die der anderen Systeme, darüber haben zwar schon manche Versuche stattgefunden, aber zu übereinstimmenden Ergebnissen ist man bisher noch nicht gekommen.

Mit den elektrischen Wagen haben die Dampfwagen die Einfachheit der Kraftübertragung gemeinsam; dagegen ist es überall leichter, die für den Dampfmotor nötigen Betriebsmittel, Wasser und Petroleum, oder Kohle, zu erhalten, als eine erschöpfte Akkumulatorenbatterie neu zu laden. Und gegenüber dem mit Explosionsmotor und Dynamo arbeitenden Systeme stellt der Dampfmotor dem Umfange nach den einfacheren und dem Gewichte nach den leichteren Typus vor. Und die Reduktion des toten Gewichtes ist das beständige, intensive Bestreben aller Konstrukteure, das in die Formel: „mit dem kleinsten Motorgewicht die größte Leistung zu erzielen" gekleidet ist. Aber sowohl Dampf- wie Elektro-Automobil haben gegen den Benzinwagen den Vorzug, daß sie weder Geruch noch sonderlich Geräusch erzeugen.

Dennoch ist heute der Benzinmotor so ziemlich Alleinherrscher auf dem Gesamtgebiet automobilen Verkehrs. Infolge der bedeutenden, auf seine Vervollkommnung verwendeten Geistesarbeit ist aus einem anfangs spröden und unhandlichen Apparate ein überaus geschmeidiger, vielen Möglichkeiten anpaßbarer geworden, der trotz anerkannten Schwächen, trotz mangelnder Ökonomie seiner

Arbeitsweise, die sämtlichen vor- und nachher aufgetauchten Systeme immer in den Hintergrund zu drängen vermocht hat. Gerade darin, daß sich so lange die besten Kräfte nur mit dem Ausbau des Explosionsmotors und seiner zugehörigen Einrichtungen beschäftigt haben, gerade darin liegt gewiß auch mit ein Grund für das bisherige Zurückbleiben aller anderen noch möglichen Konstruktionen.

Eine Zeitlang erwuchs dem Benzinwagen ein mächtiger Rivale in einer Gruppe von elektrisch betriebenen Wagen. Bis vor kurzem waren die elektrischen Wagen ausschließlich als Stadtdroschken verwendbar gewesen (s. S. 111). Außerhalb größerer Städte aber mußte die Beschaffung oder Wiederbelebung der Energiequelle auf Schwierigkeiten stoßen; denn die oft angeregte Einführung von Akkumulatorenstationen längs der wichtigsten und besuchtesten Verkehrswege ist bisher, wohl wegen der unsicheren Rentabilität, noch nirgends erfolgt. So blieb denn der Bereich des Elektromobils auf durchschnittlich 60—80 km im Umkreis beschränkt. Heute ist man allerdings im Bau leistungsfähiger Akkumulatoren bereits so weit, daß man auch mit einer einzigen Ladung 100, sogar 150 km zurücklegen kann. Damit wäre wohl der Aktionsradius auch für die Elektromobile mit Batterieantrieb bedeutend vergrößert. Eine wesentliche Verschiebung der derzeitigen Verhältnisse zugunsten des elektrischen Wagens wäre vielleicht von dem gemischten System zu erwarten, bei dem ein Explosionsmotor nur zum Antrieb der den Elektromotoren Strom liefernden Dynamomaschine dient. In dieser Anordnung fehlt also die Batterie mit ihren geschilderten Nachteilen; dagegen sind die Vorteile und Bequemlichkeiten des elektrischen Antriebes vollständig gewahrt, und der einzige Nachteil besteht in der Vergrößerung des Gewichts an motorischen Mitteln. Aber dieser Wagen hätte denselben großen Aktionsradius wie ein gewöhnlicher Benzinwagen und könnte dabei Unwirtschaftlichkeit und Transmissionsverluste vermeiden.

Indessen bemühen sich alle Kraftfahrzeuge ohne Unterschied der Antriebsart, das Pferd aus dem Verkehrsleben zu verdrängen. Tatsächlich kann man beobachten, daß es dem Automobile allmählich gelingt, eine Umwälzung aller Zweige des Transportwesens durch Verlassen der animalischen Betriebe anzubahnen. In den Anfängen dieser Bewegung hat sich das Kraftfahrzeug darauf beschränkt, die Personenbeförderung in diesem Sinne umzugestalten; die ersten Versuche galten vornehmlich dem Luxuswagen, so daß

heute diese Kategorie von Fahrzeugen am weitesten in der Entwicklung vorgeschritten ist. Wesentlich zur raschen Vervollkommnung dieser Wagen haben unstreitig die Rennwagen beigetragen, die, gewissermaßen eine Vergrößerung der normalen Konstruktion, bedeutend größeren Kraftproben unterzogen wurden, bei denen sich in ebenso vergrößertem Maßstabe Fehler und Vorzüge der Bauart erwiesen. Man erkannte, was zu vermeiden war, aber auch, was als wichtiges Prinzip weiterhin auf den Bau des Gebrauchswagens anwendbar werden konnte. Höheren Ansprüchen zu genügen, stellte sich bald als verbreitete Type der Tourenwagen heraus. Aber wie seiner Zeit das Fahrrad, ist heute das Automobil im Begriffe, aus einem bisher nur sehr Bemittelten zugänglichen Sport- oder Luxusfahrzeug zu einem regelrechten Allerweltsverkehrsmittel zu werden. Denn seit einigen Jahren — ungefähr von 1907 an — kommt man mit dem Bau der sog. Kleinautos oder Volksautomobile zu immer besseren Erfolgen. Vereinzelte Versuche, ein billiges und leistungsfähiges Fahrzeug namentlich für den Arzt oder Kaufmann zum Geschäftsverkehr zu erzeugen, lassen sich ja auch früher schon wahrnehmen. Aber sie waren alle nicht besonders glücklich gewesen. Sie standen im Zeichen allzugroßer Sparsamkeit. Man sparte an den Zylindern, deren Zahl man auf einen einzigen beschränkte, sparte bei der Kühlung, wo man sich mit Luft begnügte, sparte an der Kraftübertragung, die man als Einketten-, Riemen- oder Reibscheibenantrieb ausbildete, glaubte sogar das Differential entbehren zu können, sparte mit dem Material und kam auf diese Art allerdings zu Gewichtsersparnissen. Der Preis solcher Fahrzeuge war wohl entsprechend niedrig, aber weder war die Leistung ausreichend, noch die Dauerhaftigkeit. Vor allem war man mit der Leistung unzufrieden. Der Wunsch nach größeren Geschwindigkeiten verleitete zu dem Mißgriffe, die im Materiale so sparsam gebauten Wagen mit stärkeren Motoren zu versehen. Der kleine Wagen wollte es dem größeren nachtun. Auch äußerlich. Zu schwere Karosserien schufen ein noch ärgeres Mißverhältnis. An solchen Fehlern scheiterte zunächst die ganze Bestrebung. Aber man hatte doch dabei gelernt. Und als nach und nach infolge der immer stärkeren Nachfrage selbst große Fabriken daran gingen, Kleinwagen zu bauen, war man an vielen Erfahrungen reicher. Es hatte sich ergeben, daß die billigere Herstellung nicht auf Kosten der Güte von Material und Konstruktion erzielt werden dürfte, sondern durch die Fabrikation weniger Typen in großen Mengen.

8*

So sieht ein modernes Kleinauto nicht viel anders aus als ein normaler Wagen. Es hat in der Regel seine 4 Zylinder in Blockguß, Wasserkühlung (Thermosyphon), Wechselgetriebe (mit gewöhnlich 3 Stufen und Rücklauf), Differential und fast immer Kardanantrieb. Bei Anwendung hochwertigsten Materials kann die Dimensionierung sparsam sein, und dies mit umsomehr Berechtigung, als der bedeutend leichtere Wagen viel geringeren Inanspruchnahmen unterliegt. Die Karosserie ist im Verhältnis zum Chassis und zur Motorleistung gehalten. Die Motore sind so gewählt, daß die Wagen noch in eine billigere Steuerklasse eingereiht werden und im Bedarfsfalle doch eine viel größere Leistung abgeben können.[1])

Als untere Grenze kann man 5 PS ansehen; nach oben 14—16. Das Wesentliche ist, daß die Motoren zwar viel kleinere Abmessungen erhalten müssen, um leicht zu sein, aber mit ungewöhnlich hohen Tourenzahlen laufen; daher erklärt es sich auch, daß man mit den kleinen Wagen so bedeutende Geschwindigkeiten, wie 70—80 km in der Stunde erzielen kann und auch vor Steigungen nicht zurückzuschrecken braucht.

Waren einmal die Vorteile und Annehmlichkeiten des motorischen Antriebes erkannt, so lag es nahe, diese auch für den öffentlichen Personentransport in größerem Maßstabe zu verwerten, wie es heute bei den Autoomnibussen der Fall ist. Gleichzeitig finden wir auch eine allmähliche Automobilisierung des Droschkenfuhrwerkes, die sich trotz dem anfänglichen Widerstande der Fuhrwerksbesitzer nun nicht mehr aufhalten läßt. Von welcher Bedeutung in Städten automobile Feuerlöschtrains und Rettungswagen sind, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

Die Bestrebungen der letzten Jahre waren darauf gerichtet, auch den Lastenverkehr für das Automobil zu erschließen, und daß auch hier der Erfolg nicht ausbleibt, darüber belehrt ein Blick auf das

---

1) Die Besteuerung geschieht nach deutscher Vorschrift auf Grund der Steuerformel $N = 0 \cdot 3 i d^2 s$; darin bedeuten N die Nutzleistung in PS, i die Zylinderzahl, d den Zylinderdurchmesser in cm und s den Kolbenhub in m. Die Formel gilt nur für gewöhnliche Viertaktmotoren und ergibt ungefähr die Leistungsabgabe an den Hinterrädern. Auf dem Versuchsstand abgebremst gibt der Motor eine weit höhere Leistung. Der Unterschied beider Leistungen ist auf die Verluste in der Kraftübertragung vom Motor bis zu den Rädern zurückzuführen. Im Verkaufe erhalten die Erzeugnisse meist beide Leistungsangaben, z. B. 6/14 usw.

heutige Straßenbild, in dem sowohl die kleineren Lieferungswagen, wie auch die großen Lastwagen einen immer größeren Raum einnehmen.

So scheint wirklich die Zeit nicht mehr fern zu sein, in der das Pferd seine Rolle im Verkehrsleben endgültig ausgespielt hat und von der Bildfläche verschwindet.

Literatur.

Die automobilistische Buch- und Zeitschriften-Literatur umfaßt heute bereits an 1000 Werke. Das folgende ist daher nur ein recht kleiner Ausschnitt aus dem umfangreichen Gebiete. Eine ziemlich vollständige Zusammenstellung hat mit großer Mühe und Gewissenhaftigkeit Herr Ingenieur Emil Pilz in Wien besorgt und dem Verfasser sein Manuskript in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

I. Bücher:

a) Geschichtliches.

Biesendahl, K. Die Entstehung und Entwicklung der Daimler-Motorfahrzeuge und Petrol-Motorboote von den Anfängen bis zur Gegenwart. 1899.

Congrès international d'Automobilisme 1900. Paris 1903.

" (II.) " " 1903. " 1904.

Grand-Carteret, J. La voiture de demain. Histoire de l'automobilisme. Paris 1898.

Hooper, W. The motor car in the first decade of the 20th century. London 1909.

Jarrott, C. Ten years of motors and motor racing. New York 1906.

Klapper, E. Die Entwicklung der deutschen Automobil-Industrie. Berlin 1910.

Lohner, L. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Automobile. Wien 1897.

Lohner, L. Die Fortschritte des Automobilismus. Wien 1900.

Marcevaux, F. Du char antique à l'automobile. Paris 1897.

Massénat-Déroche, L, L'automobile aux Etats-Unis et en Angleterre. Paris 1910.

Pictet, R. L'automobilisme et la force motrice. Genève 1899.

Souvestre, P. Histoire de l'automobile. Paris 1907.

Voiges, W. Das Automobil, seine Vorgeschichte und sein Einfluß auf die Straßen. Wiesbaden 1908.

Wolff, Th. Vom Ochsenwagen zum Automobil. Leipzig 1909.

b) Allgemeines.

Adams, W. C. Motor car mechanism and management. Philadelphia 1907/8.

Beaudry de Saunier. L'automobile théorique et partique. 2 vol. Neuilly-Levallois. Tome I. Motocycles et voiturettes à pétrole 1899. Tome II. Voitures à pétrole 1900.
Beaudry de Saunier. Das Vorige. Übersetzt ins Deutsche von R. v. Stern und Herm. A. Hofmann. Wien, Pest, Leipzig. Bd. 1. 1900 u. 1905. Bd. 2. 1901.
Beaudry de Saunier. Elements d'automobile. Paris 1904.
" Grundbegriffe des Automobilismus; übers. v. Hofmann. Wien, Pest, Leipzig 1902.
Beaudry de Saunier. Les Motocyclettes. Paris 1904.
Beaumont, W. W. Motor vehicles and motors. Westminster, Philadelphia. vol. I. 1900, 2nd ed. 1902; vol. II, 1907.
Brewer, R. W, A. Motor car. New York 1909.
Buch, M. Die Automobiltechnik. Leipzig 1908.
Coqueret, A. La Motocyclette. Paris 1910.
Clough, A. L. Operation, care et repair of automobiles. New York 2nd ed. 1910.
Dieterich, K. Der Kraftwagen als Verkehrsmitttel. Berlin 1907.
Dyke, A. L. Anatomy of the automobile. St. Louis 1908.
Farman, M. Manuel de conducteur-chauffeur d'automobiles, 4e édition. Paris 1905.
Fladrich, P. Die leichten und billigen Motorwagen. Berlin 1907.
Haentzschel-Clairmont, W. Die Praxis des Kraftwagens. Berlin 1910.
Hiscox, G. D. Horseless vehicles, automobiles and motor-cycles London, New York 1900.
Homans, J. E. Selfpropelled vehicles. 7th edition New York 1909.
Isendahl, W. Automobil und Automobilsport. 2 Bde. 2. Aufl. Berlin 1910.
Küster, J. Das Automobil und seine Behandlung. 4. Aufl. Berlin 1909.
" Personen- und Lasten-Dampfwagen. Berlin 1908.
Lengerke, B. v. und Schmidt, R. Automobil A-B-C. 3. Aufl. Berlin 1910.
Lehmbeck, Th. Das Buch vom Auto. 2. Aufl. Berlin 1910.
Lockert, L. Traité des véhicules automobiles. 4 vol. 1896/97.
Loew, L. Frh. v. Das Automobil. Wiesbaden 1909.
Marchesi, E. L'automobile; come funziona e come è costruito. Torino 1902.
Martini, B. Kleine Wagen (Volksautomobile). 2. Aufl. Berlin 1910.
Milandre, Ch. et R. P. Bouquet. Traité de la construction, de la conduite et de l'entretien des voitures automobiles. 4 vol. Paris 1898/99.
Parzer-Mühlbacher, A. Das moderne Benzin-Automobil. Wien 1907.
Pedretti, G. Manuale dell' automobilista. 3a ed. Milano 1908.
Périssé, L. Traité général des automobiles à pétrole. Paris 1907.
Rambuschek, O. Automobilgaragen. Berlin 1909.
Renaud, D. Cours complet d'automobilisme. Paris 1909.
Russell, T. H. Automobile motors and mechanism. Chicago 1910.
Sainturat, M. L'automobile à la portée de tout le monde. Paris 1909.

Tayler, A. J. W. Motor cars. London, New York 1897.
Valentin, E. Das Tourenfahren im Automobil. Leipzig 1906.
Vogel, W. Der Motorwagen u. seine Behandlung. Berlin 1906.
Young, A. B. F. The complete motorist. 5th ed. London 1905.
Zechlin, M. Automobilkritik. Berlin 1905.

c) Über die Behandlung.

Beaudry de Saunier, L. Les recettes du chauffeur. 2nd éd. 1905.
" Prakt. Ratschläge für Automobilisten. Übersetzt von H. A. Hofmann. Wien, Pest, Leipzig 1902.
Bommier, R. Le brévière du chauffeur. 3e éd. Paris 1908.
Champly, R. Recettes et procédés utiles aux chauffeurs etc. Paris 1906.
Dyke, A. L. u. G. P. Dorris. Discases of a gasol. automobile etc. St. Louis. 2nd ed. 1908.
Filius (A. Schmal). Ohne Chauffeur. 3. Aufl. Wien 1910.
Genty, H. Les pannes. 3me éd. Paris 1907.
Küster, J. Chauffeurschule. 3. Aufl. Berlin 1910.
Martini, B. Prakt. Chauffeurschule. Bertlin 1909.
Ostwald, W. Autler-Chemie. Berlin 1910.
Root, C. P. Automobile troubles, and how to remedy them. Chicago 1909.
Useful hints and tips for automobilists. 4th ed. London 1910.
Vogel, W. Schule des Automobil-Fahrers. Berlin 1902.

d) Konstruktives:

Cunn, J. The practical design of motor cars. London 1910.
Favron, M. C. Construction automobile. Paris 1909.
Heirman, E. L'automobile à essence. Principes de construction et calculs. Paris 1908.
Leechmann, D. Making of a motor car. New York 1908.
Lehmbeck, Th. Handbuch des Automobilbaues. Berlin 1909.
Romeiser, W. Wagenbautechnik. Leipzig 1906.
" Automobilkarosserien. Berlin 1907 (mit Atlas.)
Valentin E. u. F. Huth. Entwerfen und Berechnen von Kraftwagen. Hannover 1907.
Zerolo, M. Comment on construit un automobile. 3 vol. Paris 1906/8.

e) Über den Motor.

Albrecht, M. Autom.-Lastwagen-Motore. Berlin 1907.
Beaudry de Saunier, L. L'allumage. Paris 1905.
Bottone, S. R. Magneto for automobiles. New York 1909.
Champly, R. Le moteur d'automobiles à la portée de tous. Paris 1907.
Dechamps, H. Automobil-Vergaser. Berlin 1907.
Garuffa, E. Motori a scoppio. Milano 1910.
Goebel, G. Automobilmotoren. Wien 1905.
Graffigny, H. Les moteurs légers etc. Paris 1899.

Güldner, H. Konstruktion u. Betriebsergebnisse von Fahrzeugmotoren für flüssige Brennstoffe. Berlin 1901.
Güldner, H. Das Entwerfen und Berechnen von Verbrennungsmotoren. 2. Aufl. Berlin 1905.
High-Tension Magneto Systems. 6th ed. London 1910. (3 parts)
Knap, G. Les secrets de fabrication etc. 3e éd. Troyes. 1903; deutsche Übers.. 4. Aufl. Loecknitz 1906.
Lehmbeck, Th. u. W. Isendahl. Berechnung, Konstruktion und Fabrikation von Automobilmotoren. Berlin 1908.
Lehmbeck, Th. Der Automobilmotor. 2. Aufl. Berlin 1910.
Löwy, J. Die elektrische Zündung. 2. Aufl. Berlin 1909.
Lutz, R. Zur Regelung von Automobilmaschinen. Berlin 1909.
Menzel, J. Automobil-Vergaser. Berlin 1907.
Perissé, L. Les carburateurs. Paris 1904.
Pfitzner, W. Der Automobilmotor u. seine Konstruktion; hgg. u. bearb. von R. Urtel. Berlin 1907.
Schmalz, W. Betriebsstörungen an Benzinmotoren. Hannover 1908.
Vermand, P. Les moteurs à gaz et à pétrole, 4e éd. Paris 1909.
Witz, A Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole et des voitures automobiles. 4e éd. 2 vol. Paris 1904.

f) Über besondere Organe:

Bauschlicher, A. Die Kugellagerungen. Berlin 1908.
Buch, M. Automobil-Rahmen, -Achsen, -Räder u. Bereifung. Berlin 1907.
Buch, M. Automobil-Steuerungs-, Brems- u. Regulierungs-Vorrichtungen. Berlin 1907.
Buch, M. Automobil-Getriebe und -Kupplungen. 2. Aufl. Berlin 1910.
Haenig, A. Der Konstruktionsstahl. Berlin 1910.
Pearson, H C. Rubber tires. New York 1907. Deutsch von Challamel-Ditmar. Wien-Leipzig 1910.

g) Über Messungen:

Fehrmann, K. Über Messungen an Kraftfahrzeugen. Berlin 1907.
Molo, W. v. Die Geschwindigkeitsmesser an Automobilen. Berlin 1908.
Pflug, F. Geschwindigkeitsmesser für Motorfahrzeuge. Berlin 1908.

h) Über elektrische Wagen:

Graffigny, H. de: L'électricité dans l'automobile. Paris 1906.
Hellmann, H. W. Der elektr. Kraftwagen. Berlin 1901.
Löwy, J. Das Elektromobil u. seine Behandlung. Leipzig 1906.
Schiemann, M. Die elektrischen Autbahnen. Leipzig 1902.
Sencier, G. und A. Delasalle. Les automobiles électriques. Paris 1901.
Woods, C. E. The electric automobile. Chicago 1900.

i) Über Lastförderung:

Giradault, E. Les automobiles industrielles. Paris 1910.
Gravenhorst. Das gezogene und das ziehende Rad. Wiesbaden 1906.

Heller, A. Der Automobilmotor im Eisenbahnbetrieb. Leipzig 1906.
Lehmbeck, Th. Automobilmotor und Landwirtschaft. Leipzig 1906.
Müller, W. Der Automobilzug. Berlin 1907.
Oschmann, A. Lastkraftfahrzeuge. Berlin 1908.
Rothert, C. Schienenloser Betrieb statt Kleinbahnen. Leipzig 1900.

k) Militärisches.

Alten, G. v. Die Bedeutung der mechan. Zugkraft auf der Landstraße für die Heerführung. Berlin 1908.
Kuhn, K. A. Das Automobil und die moderne Taktik. Leipzig 1906.
Layriz, O. Der mechan. Zug mittels Dampfstraßenlokomotiven. Berlin 1906.
Layriz, O. Betrachtungen über die Zukunft des mech. Zuges usw. 2. Aufl. Berlin 1905.
Mirandoli, P. Gli automobili per grossi carichi e la loro importanza militare. Roma 1898. (deutsch von Layriz, Berlin 1901.)
Oertel, W. Der Motor in Kriegsdiensten. Leipzig 1906.
Stavenhagen, W. Der gleislose Kraftwagen in militär. Beleuchtung. 2. Aufl. Oldenburg 1908.
Taris, E. L'automobile et les armées modernes. Paris 1908.

l) Über den Kauf.

Autotechnikus. Autokauf. 2. Aufl. Berlin 1908.
Laville, C. Les occasions dans le commerce automobile. Paris 1908.
Vogel, W. Ratschläge für den Ankauf von Motorfahrzeugen jeder Art. Berlin 1905.

m) Rechtliches:

Bursch, A. u. J. Küster. Deutsche Rechtsprechung im Automobilwesen. Berlin 1908.
Ehrenfreund, E. Wiener Verkehrspolizei. Wien 1910.
Geller, B. Das Recht der Kraftfahrzeuge. 2. Aufl. Wien 1910.
Imbrecq, J. Le code du chauffeur. Paris 1907.
" L'automobile devant la Justice. Paris 1910 (nouvelle éd.)
Isaac, M. Das Recht des Automobiles. 2. Aufl. Berlin 1907.
Küster, J. Patent-, Muster- u. Markenschutz in der Motoren- u. Fahrzeugindustrie. Berlin 1908.
Millauer, R. Die Haftung des Automobilhalters nach geltendem Recht. Stuttgart 1909.
Randa, A. R. v. Die Schadenersatzpflicht nach österr. Rechte usw. 2. Aufl. Wien 1908.
Verordnung über den internationalen Verkehr mit Kraftfahrzeugen. Berlin 1910.
Zechlin, M. R. Vorschriften für die Kraftwagenführer. 3. Aufl. Berlin 1910.

n) Wörterbücher.

Isendahl, W. Maschinentechn. Taschenwörterbuch Bd. I. Berlin 1902.
Izart, J. Dictionnaire-vocabulaire de l'automobile. Paris 1907.

Schmidt, R. Viersprachiges autotechnisches Wörterbuch. 4 Bde. Berlin 1907/8.
Urtel, R. Bd. 10 der illustr. techn. Wörterbücher in 6 Sprachen. München 1910.

II. Zeitschriften.

a) deutsche:

Auto. Berlin 1910.
Automobil-Welt. Berlin 1903.
Allgemeine Automobil-Zeitung. Berlin 1900.
Allgemeine Automobil-Zeitung. Wien 1900.
Fahrzeug, das. Eisenach 1898.
HP, Fachzeitung für Automobilismus u. Flugtechnik. Wien 1907.
Kraftwagen, der. Berlin 1906.
Motorwagen, der. Berlin 1898.
Radmarkt, der, und das Motorfahrzeug. Bielefeld 1886.
Stahlrad und Automobil. Erfurt 1886.
Technik, die. Berlin 1897—1900, fortgesetzt als
Zeitschrift für Automobilen-Industrie und Motorenbau. Berlin 1901—1903, seit 1904 vereinigt mit dem „Motorwagen".
Zeitschrift des mitteleuropäischen Motorwagenvereins.

Automobiltechnisches Handbuch (früher Autom. Kalender 1901—1905, dann bis 1908 autom.-technischer Kalender.) Berlin 1901.
Jahrbuch der Automobil u. Motorboot-Industrie. Berlin 1904.
Oesterreich. Automobil-Industrie, die, und deren Hilfsquellen. Jahrbuch. Wien 1909.

b) französische:

L'Auto. Paris 1900.
L'Argus automobile. Paris 1905.
L'Auto-Vapeur. Paris 1909.
Bulletin officiel de la commission technique de l'aut. club de France. Paris 1906.
Le chauffeur (früher le Technologiste, 1839—1896). Paris 1897.
La France automobile et aérienne. Paris 1896.
L'Industrie vélocipédique et automobile. Paris 1882.
La Locomotion automobile. Paris 1894. (Älteste Fachzeitschrift der Welt.)
Omnia. Paris 1906.
Les Petites Affiches de l'automobile et du cycle. Paris 1906.
Le Poids lourd. Paris 1906.
La Pratique Automobile et Aéronautique. Paris 1904.
Revue française de construction automobile et aéronautique Paris 1904.
La Technique automobile. Paris 1906.
La Vie automobile. Paris 1901.

Automobiles; annuaire technique. Paris 1905.
L'année automobile. Paris 1898.

L'Annuaiue général de l'automobile . . . Paris 1895.
L'Annual. Paris 1906.

c) italienische:

L'auto. Milano 1901.
L'automobile. Milano 1905.
Rivista del moto club d'Italia. Torino 1907.

Annuario dell' automobilsmo. Milano 1904.

d) englische:

Journal of Elemental locomotion (Ed. A. Gordon). London **1832/3** (!)
The Auto-car. London 1895.
Automobile and carriage Builders Journal. London 1898.
The Auto-Motor-Journal. London 1896.
The Car-Illustrated. London 1902.
The Motor. London 1902.
The Motor Car Journal. London 1899.
Motor News. Dublin 1900.
Motor Traction. London 1905.
Motor World and Industrial vehicle Review. Glasgow 1899.
Royal Automobile Club Journal. London 1900.

Autocar Directory. London 1908
The Automotor Pocket Book. London 1897.
Automobile and carriage Builder's Diary. London 1898.

f) amerikanische:

The Automobile New York 1897.
Automobile Club Journal. Chicago 1905.
Automobile Topics. New York 1900.
Auto Review. St. Louis 1905
The Horseless age. New York 1895.
The motor. New York 1903
Motor age. Chicago 1899.
Motor Car. Kansas City 1906.
Motor News. Detroit 1904.
Motor Talk. Cleveland 1905.
Motor world. New York 1900.
Tout-Tout. San Francisco 1905.

Year book. New York 1909.

Namen- und Sachregister.

Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25.

Übersicht nach Wissenschaften geordnet.

Allgemeines Bildungswesen. Erziehung u. Unterricht.

Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof. Dr. Friedrich Paulsen. 2. Auflage. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. W. Münch und einem Bildnis Paulsens. (Bd. 100.)
Eine unparteiische Darstellung der Entwicklungsgeschichte des deutschen Bildungswesens nach seinen Hauptrichtlinien, zugleich ein Spiegelbild deutscher Kulturentwicklung.

Der Leipziger Student von 1409—1909. Von Dr. Wilhelm Bruchmüller. Mit 25 Abbildungen. (Bd. 273.)
Eine zusammenfassende Kultur- und Sittengeschichte des Leipziger Studenten.

Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. Karl Knabe. (Bd. 85.)
Eine übersichtliche Darstellung der Entwicklungsgeschichte des deutschen Schulwesens von seinen Anfängen an bis zum nationalen Humanismus der Gegenwart.

Das deutsche Unterrichtswesen der Gegenwart. Von Oberrealschuldirektor Dr. Karl Knabe. (Bd. 299.)
Bietet einen anregenden Überblick über das Gesamtgebiet des gegenwärtigen deutschen Unterrichtswesens.

Allgemeine Pädagogik. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 3. Aufl. (Bd. 33.)
Behandelt das mit der großen sozialen Frage unserer Zeit in so engem Zusammenhang stehende Problem der Volkserziehung in praktischer, selbständiger Weise und in sittlich-sozialem Geiste.

Experimentelle Pädagogik mit besonderer Rücksicht auf die Erziehung durch die Tat. Von Dr. W. A. Lay. Mit 2 Abbildungen. (Bd. 224.)
Behandelt Geschichte, Aufgaben, Wesen und Bedeutung der experimentellen Pädagogik und ihrer Forschungsmethode.

Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. Rob. Gaupp. 2., verbesserte Auflage. Mit 18 Abbildungen. (Bd. 213.)
Behandelt auf Grund der modernen wissenschaftlichen Forschungsmethoden und -Resultate die interessantesten und praktisch wichtigsten Kapitel der Kinderpsychologie unter Betonung der Bedeutung des psychologischen Versuchs für die Erkenntnis der Eigenart geistiger Tätigkeit wie der individuellen Verschiedenheiten im Kindesalter.

Moderne Erziehung in Haus und Schule. Von Johannes Tews. 2. Auflage. (Bd. 159.)
Die Erziehung als Grundproblem der modernen Kultur und kulturelle Pflicht jedes einzelnen.

Großstadtpädagogik. Von Johannes Tews. (Bd. 327.)
Hat die Probleme, die es für den Erzieher in Haus und Schule in der Großstadt zu lösen gilt, und die Maßnahmen, die hier getroffen werden müssen, wenn Hunderttausende von jungen Deutschen zu vollwertigen Bürgern des Reiches erzogen werden sollen, klar und fesselnd dargestellt.

Schulkämpfe der Gegenwart. Von Johannes Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)

Stellt die Probleme dar, um die es sich bei der Reorganisation der Volksschulen handelt, deren Stellung zu Staat und Kirche, Abhängigkeit vom Zeitgeist und Wichtigkeit für die Herausgestaltung einer volksfreundlichen Gesamtkultur scharf beleuchtet werden.

Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin Marie Martin. (Bd. 65.)

Bietet aus berufenster Feder eine Darstellung der Ziele, der historischen Entwicklung, der heutigen Gestalt und der Zukunftsaufgaben der höheren Mädchenschulen.

Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)

Gibt in kurzen Zügen eine Theorie und Praxis der Hilfsschulpädagogik nach ihrem gegenwärtigen Stand und zugleich Richtlinien für ihre künftige Entwicklung.

Das deutsche Fortbildungsschulwesen. Von Direktor Dr. Friedrich Schilling. (Bd. 256.)

Würdigt die gegenwärtige Ausgestaltung des gesamten (einschließlich des gewerblichen und kaufmännischen) Fortbildungsschulwesens und zeichnet Richtlinien für einen konsequenten Weiterbau.

Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminar-Dir. Dr. A. Pabst. Mit 21 Abbildungen und 1 Titelbild. (Bd. 140.)

Gibt einen Überblick über die Geschichte des Knabenhandarbeitsunterrichts, untersucht seine Stellung im Lichte der modernen pädagogischen Strömungen sowie seinen Wert als Erziehungsmittel und erörtert sodann die Art des Betriebes in den verschiedenen Schulen und Ländern.

Das moderne Volksbildungswesen. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern in ihrer Entwicklung seit der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. Gottlieb Fritz. Mit 14 Abbildungen. (Bd. 266.)

Gibt einen zusammenfassenden Überblick über das für den Aufschwung des geistigen Lebens der modernen Kulturvölker so wichtige Volksbildungswesen.

Die amerikanische Universität. Von Ph. D. Edward Delavan Perry. Mit 22 Abbildungen. (Bd. 206.)

Schildert die Entwicklung des gelehrten Unterrichts in Nordamerika, belehrt über das dortige innere und äußere akademische Leben und bietet interessante Vergleiche zwischen deutschem und amerikanischem Hochschulwesen.

Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. Siegmund Müller. Mit zahlreichen Abbildungen, Karte und Lageplan. (Bd. 190.)

Schildert, von lehrreichen Abbildungen unterstützt, die Einrichtungen und den Unterrichtsbetrieb der amerikanischen technischen Hochschulen in ihrer Eigenart.

Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten in ihren hervortretenden Zügen. Von Direktor Dr. Franz Kuypers. Mit 48 Abbildungen und 1 Titelbild. (Bd. 150.)

Schildert anschaulich das amerikanische Schulwesen vom Kindergarten bis zur Hochschule, überall das Wesentliche der amerikanischen Erziehungsweise (die stete Erziehung zum Leben, das Wecken des Betätigungstriebes, das Hindrängen auf praktische Verwertung usw.) hervorhebend.

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor Karl Möller. In 2 Bänden. (Bd. 188/189.)

Band I: Von Schiller bis Lange. (Bd. 188.) Band II: In Vorbereitung.

Eine feinsinnige Auslese von Aussprüchen und Aufsätzen unserer führenden Geister über eine allseitig harmonische Ausbildung von Leib und Seele.

Schulhygiene. Von Prof. Dr. Leo Burgerstein. 2. Auflage. Mit 33 Figuren. (Bd. 96.)

Ein alle in Betracht kommenden Fragen gleichmäßig berücksichtigendes Gesamtbild der modernen Schulhygiene.

Jugend-Fürsorge. Von Waisenhaus-Direktor Dr. Johannes Petersen. 2 Bände. (Bd. 161. 162.)

Band I: Die öffentliche Fürsorge für die hilfsbedürftige Jugend. (Bd. 161.)
Band II: Die öffentliche Fürsorge für die sittlich gefährdete und die gewerblich tätige Jugend. (Bd. 162.)

Behandelt das gesamte öffentliche Fürsorgewesen, dessen Vorzüge und Mängel sowie die Möglichkeit der Reform.

Pestalozzi. Sein Leben und seine Ideen. Von Prof. Dr. Paul Natorp. Mit einem Bildnis und einem Brieffaksimile. (Bd. 250.)

Sucht durch systematische Darstellung der Prinzipien Pestalozzis und ihrer Durchführung eine von seiner zeitlichen Bedingtheit losgelöste Würdigung des Pädagogen anzubahnen.

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. Mit einem Bildnisse Herbarts. (Bd. 164.)

Sucht durch liebevolle Darstellung von Herbarts Werden und Lehre seine durch eigenartige Terminologie und Deduktionsweise schwer verständliche Philosophie und Pädagogik weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von Adele von Portugall. Mit 5 Tafeln. (Bd. 82.)

Lehrt die grundlegenden Gedanken der Methode Fröbels kennen und gibt einen Überblick seiner wichtigsten Schriften mit Betonung aller jener Kernaussprüche, die treuen und oft ratlosen Müttern als Wegweiser in Ausübung ihres hehrsten und heiligsten Berufes dienen können.

Hierzu siehe ferner:

Hensel, Rousseau S. 6.

Religionswissenschaft.

Leben und Lehre des Buddha. Von weil. Prof. Dr. Richard Pischel. 2. Auflage von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Tafel. (Bd. 109.)

Gibt eine allgemeinverständliche, wissenschafliche Darstellung des Buddhismus in religiöser, ethischer, philosophischer und sozialer Hinsicht, seiner Geschichte und seines Verhältnisses zum Christentum.

Germanische Mythologie. Von Prof. Dr. Julius v. Negelein. (Bd. 95.)

Gibt ein Bild germanischen Glaubenslebens, indem es die Äußerungen religiösen Lebens, namentlich auch im Kultus und in den Gebräuchen des Aberglaubens aufsucht und sich überall bestrebt, das ihnen zugrunde liegende psychologische Motiv aufzudecken.

Mystik im Heidentum und Christentum. Von Dr. Edvin Lehmann. (Bd. 217.)

Verfolgt die Erscheinungen der Mystik von der niedrigsten Stufe durch die orientalischen Religionen bis zu den mystischen Phänomenen in den christlichen Kirchen aller Zeiten.

Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. Hermann Freiherr von Soden. 3. Auflage. Mit 2 Karten, 1 Plan von Jerusalem und 6 Ansichten des Heiligen Landes. (Bd. 6.)

Ein Bild, nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte, in deren Verlauf die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds einander ablösten.

Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Nach den neuesten Ausgrabungen und Forschungen. Von Gymnasialoberlehrer Dr. Peter Thomsen. Mit 36 Abbildungen. (Bd. 260.)
Will, indem es die wichtigsten bis in das 4. Jahrtausend vor Christi zurückreichenden Ergebnisse der neuesten Ausgrabungen in Palästina zum ersten Male gemeinverständlich darstellt, zugleich ein Führer sein zu neuem und tieferem Eindringen in die geschichtlichen Grundlagen unserer Religion.

Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Prof. Dr. Friedrich Giesebrecht. 2. Auflage. (Bd. 52.)
Schildert, wie Israels Religion entsteht, wie sie die nationale Schale sprengt, um in den Propheten die Ansätze einer Menschheitsreligion auszubilden, und wie auch diese neue Religion sich verpuppt in die Formen eines Priesterstaats.

Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Prof. Dr. Heinrich Weinel. 3., verbesserte Auflage. (Bd. 46.)
Die beste Antwort auf die Frage „Hat Jesus gelebt?" als Anleitung zum historisch-kritischen Verständnis seiner Gleichnisse.

Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer D. Paul Mehlhorn. (Bd. 137.)
Will zeigen, was von dem im Neuen Testament uns überlieferten Leben Jesu als geschichtlich beglaubigter Tatbestand festzuhalten und was als Sage oder Dichtung zu betrachten ist.

Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor Carl Bonhoff. (Bd. 89.)
Sucht der ganzen Fülle und Eigenart der Persönlichkeit Jesu gerecht zu werden, indem es ihn in seinem Verkehr mit den ihn umgebenden Menschengestalten, Volks- und Parteigruppen zu verstehen sucht.

Der Text des Neuen Testamentes nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer August Pott. Mit 8 Tafeln. (Bd. 134.)
Will die Frage: „Ist der ursprüngliche Text des Neuen Testamentes überhaupt noch herzustellen?" durch eine Darstellung seiner Entwicklung von der ersten schriftlichen Fixierung bis zum heutigen „berichtigten" Text beantworten.

Der Apostel Paulus und sein Werk. Von Prof. Dr. Eberhard Vischer. (Bd. 309.)
Zeigt durch eingehende Darstellung von Leben und Lehre die Persönlichkeit des Apostels in ihrer zeitlichen Bedingtheit und in ihrer bleibenden weltgeschichtlichen Bedeutung.

Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. Dr. K. Sell. 2 Bände.
Band I: Die Entstehung des Christentums und seine Entwicklung als Kirche. (Bd. 297.)
Band II: Das Christentum in seiner Entwicklung über die Kirche hinaus. (Bd. 298.)
Zeigt durch eingehende Charakterisierung der schöpferischen Persönlichkeiten die Wechselbeziehungen zwischen Kulturentwicklung und Christentum auf.

Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. Johannes Geffcken. 2. Auflage. (Bd. 54.)
Ein Bild der vielseitigen, kultur- und religionsgeschichtlichen Bedingtheiten, unter denen die Werdezeit des Christentums steht.

Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Prof. Dr. Heinrich Boehmer. 2. Auflage. Mit 2 Bildnissen Luthers. (Bd. 113.)
Gibt auf kulturgeschichtlichem Hintergrunde eine unparteiische, Schwächen und Stärken gleichmäßig beleuchtende Darstellung von Luthers Leben und Wirken.

Johann Calvin. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)
Sucht durch eingehende Darstellung des Lebens und Wirkens sowie der Persönlichkeit des Genfer Reformators, sowie der Wirkungen, welche von ihm ausgingen, Verständnis für seine Größe und bleibende Bedeutung zu wecken.

Die Jesuiten. Eine historische Skizze. Von Prof. Dr. Heinrich Boehmer. 2. vermehrte Auflage. (Bd 49.)
Ein Büchlein nicht für oder gegen, sondern über die Jesuiten, also der Versuch einer gerechten Würdigung des vielgenannten Ordens nach seiner bleibenden geschichtlichen Bedeutung.

Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. August Heinrich Braasch. 2. Auflage. (Bd. 66.)
Will durch eine großzügige historische Übersicht über das an Richtungen und Problemen so reiche religiöse Leben der Gegenwart den innerlichsten und höchsten Lebenswerten gegenüber einen eigenen Standpunkt finden helfen.

Die Stellung der Religion im Geistesleben. Von Lic. Dr. Paul Kalweit. (Bd. 225.)
Will das Verhältnis der Religion zu dem übrigen Geistesleben, insbesondere zu Wissenschaft, Sittlichkeit und Kunst klarlegen, indem es die bedeutsamsten Anschauungen darüber erörtert.

Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. August Pfannkuche. (Bd. 141.)
Will durch geschichtliche Darstellung der Beziehungen beider Gebiete eine vorurteilsfreie Beurteilung des heiß umstrittenen Problems ermöglichen.

Philosophie und Psychologie.

Einführung in die Philosophie. Von Professor Dr. R. Richter. 2. Auflage. (Bd. 155.)
Bietet eine anschauliche, zugleich wissenschaftlich-gründliche Darstellung der philosophischen Hauptprobleme und der Richtungen ihrer Lösung, insbesondere des Erkenntnisproblems, und nimmt dabei, nach einer vorherigen Abgrenzung des Gebietes der Philosophie und Bestimmung ihrer Aufgabe, zu den Standpunkten des Materialismus, Spiritualismus, Theismus und Pantheismus Stellung, um zum Schlusse die Fragen der Moral- und Religionsphilosophie zu beleuchten.

Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldirektor Hans Richert. (Bd. 186.)
Will die Stellung der Philosophie im Geistesleben der Gegenwart beleuchten, ihren Wert als Weltanschauung sicher stellen, ihre Grundprobleme und deren Lösungsversuche charakterisieren und in die philosophische Literatur einführen.

Führende Denker. Geschichtliche Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. Jonas Cohn. Mit 6 Bildnissen. (Bd. 176.)
Will durch Geschichte in die Philosophie einführen, indem es von sechs großen Denkern, Sokrates und Platon, Descartes und Spinoza, Kant und Fichte das für die Philosophie dauernd Bedeutende herauszuarbeiten sucht aus der Überzeugung, daß aus der Kenntnis der Persönlichkeiten am besten das Verständnis für ihre Gedanken zu gewinnen ist.

Griechische Weltanschauung. Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)
Eine einheitlich zusammenfassende Übersicht über das Vorbildliche und allgemein Wertvolle in der Entwicklungsgeschichte der griechischen Weltanschauung.

Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von weil. Prof. Dr. Ludwig Busse. 4. Auflage, herausgegeben von Prof. Dr. R. Falckenberg. (Bd. 56.)
Eine sich auf die Darstellung der großen klassischen Systeme beschränkende, aber deren beherrschende und charakteristische Grundgedanken herausarbeitende und so ein klares Gesamtbild der in ihm enthaltenen Weltanschauungen entwerfende Einführung in die neuere Philosophie.

Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. Oswald Külpe. 5. Auflage. (Bd. 41.)
Schildert die vier Hauptrichtungen der modernen deutschen Philosophie: den Positivismus, Materialismus, Naturalismus und Idealismus unter eingehender Würdigung der bedeutendsten Vertreter der verschiedenen Richtungen.

Rousseau. Von Prof. Dr. Paul Hensel. Mit 1 Bildnisse. (Bd. 180.)
Stellt Rousseau als Vorläufer des deutschen Idealismus, seine Lebensarbeit als unumgängliche Voraussetzung für Goethe, Schiller, Herder, Kant, Fichte dar.

Immanuel Kant. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. Oswald Külpe. 2. Auflage. Mit einem Bildnisse Kants. (Bd. 146.)
Eine Einführung in das Verständnis Kants und eine Würdigung seiner Philosophie in ihrer unvergleichlichen und schier unerschöpflichen Kraft der Anregung, wie seiner Persönlichkeit in ihrer echten in sich geschlossenen Eigenart.

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Sechs Vorträge von Realschuldirektor Hans Richert. 2. Auflage. Mit dem Bildnis Schopenhauers. (Bd. 81.)
Gibt, in das Werden dieses großen deutschen Philosophen und Schriftstellers mit seinen geschichtlichen Bedingungen und Nachwirkungen einführend, einen zusammenfassenden Überblick über das Ganze seines Systems.

Herbert Spencer. Von Dr. Karl Schwarze. Mit 1 Bildnisse. (Bd. 245.)
Gibt eine klar gefaßte Darstellung des Lebens und des auf dem Entwicklungsgedanken aufgebauten Systems Herbert Spencers nach seinen verschiedenen Seiten, nämlich philosophische Grundlegung, Biologie, Psychologie, Soziologie und Ethik.

Das Weltproblem von positivistischem Standpunkte aus. Von Prof. Dr. Josef Petzoldt. (Bd. 133.)
Sucht die Geschichte des Nachdenkens über die Welt als eine sinnvolle Geschichte von Irrtümern psychologisch verständlich zu machen im Dienste der von Schuppe, Mach und Avenarius vertretenen Anschauung, daß es keine Welt an sich, sondern nur eine Welt für uns gibt.

Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Auflage. (Bd. 12.)
Stellt sich in den Dienst einer nationalen Erziehung, indem es zuversichtlich und besonnen eine von konfessionellen Schranken unabhängige, wissenschaftlich haltbare Lebensanschauung und Lebensordnung begründet und entwickelt.

Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von Prof. Dr. Otto Kirn. (Bd. 177.)
Übt verständnisvolle Kritik an den Lebensanschauungen des Naturalismus, des Utilitarismus, des Evolutionismus, an der ästhetischen Lebensauffassung, um dann für das überlegene Recht des sittlichen Idealismus einzutreten, indem es dessen folgerichtige Durchführung in der christlichen Weltanschauung aufweist.

Die Mechanik des Geisteslebens. Von Prof. Dr. Max Verworn. 2. Auflage. Mit 18 Figuren. (Bd. 200.)
Schildert vom monistischen Standpunkt aus die modernen Anschauungen über die physiologischen Grundlagen der Gehirnvorgänge.

Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. Joh. Rehmke. 3. Aufl. (Bd. 36.)
Gibt allgemeinverständlich eine eingehende wissenschaftliche Antwort auf die Grundfrage: „Was ist die Seele?“

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. Ernst Trömner. (Bd. 199.)
Bietet eine rein sachliche Darstellung der Lehre von Hypnotismus und Suggestion und zeigt deren Einfluß auf die wichtigsten Kulturgebiete.

Hierzu siehe ferner:

Hamann, Die Ästhetik S. 8. **Lehmann,** Mystik in Heidentum und Christentum S. 3. **Pischel,** Leben und Lehre des Buddha S. 3. **Flügel,** Herbarts Lehre und Leben S. 3. **Pfannkuche,** Naturwissenschaft und Religion in Kampf und Frieden S. 5. **Volbehr,** Bau und Leben der bildenden Kunst S. 8. **Muckle,** Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrhundert S. 15.

Literatur und Sprache.

Die Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. Franz Nikolaus Finck. (Bd. 267.)
Gibt einen auf den Resultaten moderner Sprachforschung aufgebauten, umfassenden Überblick über die Sprachstämme des Erdkreises, ihre Verzweigungen in Einzelsprachen sowie über deren gegenseitige Zusammenhänge.

Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues. Von weil. Prof. Dr. Franz Nikolaus Finck. (Bd. 268.)
Will durch Erklärung je eines charakteristischen Textes aus acht Hauptsprachtypen einen unmittelbaren Einblick in die Gesetze der menschlichen Sprachbildung geben.

Entstehung und Entwicklung unserer Muttersprache. Von Prof. Dr. Wilhelm Uhl. Mit vielen Abbildungen und 1 Karte. (Bd. 84.)
Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-wissenschaftlich lautphysiologischen wie der philologisch-germanistischen Forschung, die Ursprung und Organ, Bau und Bildung, andererseits die Hauptperioden der Entwicklung unserer Muttersprache zur Darstellung bringt.

Rhetorik. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. Von Dr. Ewald Geißler. (Bd. 310.)
Eine zeitgemäße Rhetorik für den Berufsredner wie für jeden nach sprachlicher Ausdrucksfähigkeit Strebenden.

Die deutschen Personennamen. Von Direktor A. Bähnisch. (Bd. 296.)
Gibt einen vollständigen historischen Überblick über das gesamte Gebiet der deutschen Vor- und Familiennamen und erklärt ihre Entstehung und Bedeutung nach ihren verschiedenen Gattungen.

Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Dr. J. W. Bruinier. 4. Auflage. (Bd. 7.)
Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges, unterrichtet über die deutsche Volksliederpflege in der Gegenwart, über Wesen und Ursprung des deutschen Volksgesanges, Skop und Spielmann, Geschichte und Mär, Leben und Liebe.

Die deutsche Volkssage. Übersichtlich dargestellt. Von Dr. Otto Böckel. (Bd. 262.)
Bietet zum erstenmal eine vollständige Übersicht über die reichen Schätze der deutschen Volkssage, als des tiefverschütteten Grundes deutscher Anschauungs- und Denkweise.

Das Theater. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenwart. Von Dr. Christian Gaehde. Mit 20 Abbild. (Bd. 230.)
Eine Geschichte des Theaters vom griechischen Altertum durch Mittelalter und Renaissance bis auf die Schauspielkunst der Gegenwart, deren verschiedene Strömungen in ihren historischen und psychologischen Bedingungen dargestellt werden.

Das Drama. Band I. Von der Antike zum französischen Klassizismus. Von Dr. Bruno Busse. Mit 3 Abbildungen. (Bd. 287.)
Verfolgt die Entwicklung des Dramas von den primitiven Anfängen über Altertum, Mittelalter und Renaissance bis zum französischen Klassizismus.

Geschichte der deutschen Lyrik seit Claudius. Von Dr. Heinrich Spiero. (Bd. 254.)
Schildert unter liebevoller Würdigung der größten und feinsten Meister des Liedes an der Hand wohlgewählter Proben die Entwicklungsgeschichte der deutschen Lyrik.

Schiller. Von Prof. Dr. Theobald Ziegler. Mit dem Bildnis Schillers von Kügelgen in Heliogravüre. 2. Auflage. (Bd. 74.)
Will durch eingehende Analyse der Einzelwerke in das Verständnis von Schillers Leben und Gedankenwelt einführen.

Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Prof. Dr. Georg Witkowski. 3. Auflage. Mit einem Bildnis Hebbels. (Bd. 51.)
Sucht in erster Linie auf historischem Wege das Verständnis des Dramas der Gegenwart anzubahnen und berücksichtigt die drei Faktoren, deren jeweilige Beschaffenheit die Gestaltung des Dramas bedingt: Kunstanschauung, Schauspielkunst und Publikum.

Deutsche Romantik. Von Prof. Dr. Oskar F. Walzel. (Bd. 232.)
Gibt auf Grund der modernen Forschungen ein knappes, lebendiges Bild jener Epoche, deren Wichtigkeit für unser Bewußtsein ständig wächst, und die an Reichtum der Gefühle, Gedanken und Erlebnisse von keiner anderen übertroffen wird.

Friedrich Hebbel. Von Dr. Anna Schapire-Neurath. Mit einem Bildnisse Hebbels. (Bd. 238.)
Gibt eine eindringende Analyse des Werkes und der Weltanschauung des großen deutschen Tragikers.

Gerhart Hauptmann. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit einem Bildnisse Gerhart Hauptmanns. (Bd. 283.)
Sucht durch eindringende Analyse des Einzelwerkes in die Gedankenwelt Gerhart Hauptmanns einzuführen.

Henrik Ibsen, Björnstjerne Björnson und ihre Zeitgenossen. Von Prof. Dr. B. Kahle. Mit 7 Bildnissen. (Bd. 193.)
Sucht Entwicklung und Schaffen Ibsens und Björnsons sowie der bedeutendsten jungen norwegischen Dichter auf Grund der Veranlagung und Entwicklung des norwegischen Volkes verständlich zu machen und im Zusammenhang mit den kulturellen Strömungen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts darzustellen.

Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr. Ernst Sieper. Mit 3 Tafeln und 3 Textbildern. (Bd. 185.)
Schildert Shakespeare und seine Zeit, seine Vorgänger und eigenartige Bühne, seine Persönlichkeit und seine Entwicklung als Mensch und Künstler und erörtert die vielumstrittene Shakespeare-Bacon-Frage.

Hierzu siehe ferner:
Gerber, Die menschliche Stimme S. 20. **Das Buchgewerbe und die Kultur** S. 12.

Bildende Kunst und Musik.

Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Theodor Volbehr. Mit 44 Abbildungen. (Bd. 68.)
Führt von einem neuen Standpunkte aus in das Verständnis des Wesens der bildenden Kunst ein, erörtert die Grundlagen der menschlichen Gestaltungskraft und zeigt, wie das künstlerische Interesse sich allmählich weitere und immer weitere Stoffgebiete erobert.

Die Ästhetik. Von Dr. Richard Hamann. (Bd. 345.)

Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. Ernst Cohn-Wiener. 2 Bände. (Bd. 317/318.)
Band I: Vom Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abbildungen. (Bd. 317.)
Band II: Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Mit 31 Abbildungen. (Bd. 318.)
Die erste Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Stile von der ältesten ägyptischen Kunst bis zum modernen Impressionismus unter modernen kulturpsychologischen Gesichtspunkten.

Die Blütezeit der griechischen Kunst im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griechische Plastik. Von Dr. H. Wachtler. Mit 8 Tafeln und 32 Abbildungen. (Bd. 272.)
Gibt an der Hand der Entwicklung des griechischen Sarkophags eine Entwicklungsgeschichte der gesamten griechischen Plastik in ihrem Zusammenhang mit Kultur und Religion.

Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. Adelbert Matthaei. 2. Auflage. Mit 29 Abbildungen. (Bd. 8.)

Will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters über das Wesen der Baukunst aufklären, indem es zeigt, wie sich im Verlauf der Entwicklung die Raumvorstellung klärt und vertieft, wie das technische Können wächst und die praktischen Aufgaben sich erweitern.

Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. Adelbert Matthaei. Mit 62 Abbildungen und 3 Tafeln. (Bd. 326.)

Eine Einführung in das Verständnis der Architekturentwicklung in Deutschland von der Gotik bis zum Barock.

Die deutsche Illustration. Von Prof. Dr. Rudolf Kautzsch. Mit 35 Abbildungen. (Bd. 44.)

Behandelt ein besonders wichtiges und lehrreiches Gebiet der Kunst und leistet zugleich, indem es an der Hand der Geschichte das Charakteristische der Illustration als Kunst zu erforschen sucht, ein gut Teil „Kunsterziehung".

Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. Berthold Haendcke. Mit 63 Abbildungen. (Bd. 198.)

Zeigt an der Hand zahlreicher Abbildungen, wie die angewandte Kunst im Laufe der Jahrhunderte das deutsche Heim in Burg, Schloß und Haus behaglich gemacht und geschmückt hat, wie die Gebrauchs- und Luxusgegenstände des täglichen Lebens entstanden sind und sich gewandelt haben.

Albrecht Dürer. Von Dr. Rudolf Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)

Eine schlichte und knappe Erzählung des gewaltigen menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Albrecht Dürers, verbunden mit einer eingehenden Analyse seiner vorzüglichsten Werke.

Rembrandt. Von Prof. Dr. Paul Schubring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)

Eine durch zahlreiche Abbildungen unterstützte lebensvolle Darstellung des menschlichen und künstlerischen Entwicklungsganges Rembrandts.

Ostasiatische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Direktor Prof. Dr. Richard Graul. Mit 49 Abbildungen. (Bd. 87.)

Bringt unter Mitteilung eines reichen Bildermaterials die mehr als einmal für die Entwicklung der Kunst bedeutsame Einwirkung der japanischen und chinesischen Kunst auf die europäische zur Darstellung.

Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent Richard Bürkner. 2. Auflage. Mit 29 Abbildungen. (Bd. 77.)

Zeigt, daß gesunde Kunstpflege zu wahrem Menschentum gehört, und wie es jedermann in seinen Verhältnissen möglich ist, sie zu verwirklichen.

Geschichte der Gartenkunst. Von Reg.-Baumeister Chr. Ranck. Mit 41 Abbildungen. (Bd. 274.)

Eine Geschichte des Gartens als Kunstwerk, vom Altertum bis zu den modernen Bestrebungen.

Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch einer genetischen Darstellung der allgemeinen Musiklehre. Von Prof. Dr. Heinrich Rietsch. (Bd. 178.)

Ein anschauliches Entwicklungsbild der musikalischen Erscheinungen, des Stoffes der Tonkunst, wie seiner Bearbeitung und der Musik als Tonsprache.

Einführung in das Wesen der Musik. Von Prof. Carl R. Hennig. (Bd. 119.)

Untersucht das Wesen des Tones als eines Kunstmaterials, prüft die Natur der musikalischen Darstellungsmittel und erörtert die Objekte der Darstellung, indem sie klarlegt, welche Ideen im musikalischen Kunstwerke gemäß der Natur des Tonmaterials und der Darstellungsmittel zur Darstellung gebracht werden können.

Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente. Von Prof. Dr. O. Bie. (Bd. 325.)
Will an Hand einer Darstellung ihrer Entwicklung das Verständnis vom Bau, Wesen und musikalischer Wirkung der drei Tasteninstrumente Klavier, Orgel, Harmonium vermitteln.

Geschichte der Musik. Von Dr. Friedrich Spiro. (Bd. 143.)
Gibt in großen Zügen eine übersichtliche, äußerst lebendig gehaltene Darstellung von der Entwicklung der Musik vom Altertum bis zur Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung der führenden Persönlichkeiten und der großen Strömungen.

Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. Carl Krebs. Mit vier Bildnissen auf Tafeln. (Bd. 92.)
Eine Darstellung des Entwicklungsganges und der Bedeutung eines jeden der drei großen Komponisten für die Musikgeschichte. Sie gibt mit wenigen, aber scharfen Strichen ein Bild der menschlichen Persönlichkeit und des künstlerischen Wesens der drei Heroen mit Hervorhebung dessen, was ein jeder aus seiner Zeit geschöpft und was er aus Eignem hinzugebracht hat.

Die Blütezeit der musikalischen Romantik in Deutschland. Von Dr. Edgar Istel. Mit einer Silhouette von E. T. A. Hoffmann. (Bd. 239.)
Gibt eine erstmalige Gesamtdarstellung der Epoche Schuberts und Schumanns, der an Persönlichkeiten, Schöpfungen und Anregungen reichsten der deutschen Musikgeschichte.

Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. Edgar Istel. Mit 1 Bildnis R. Wagners. (Bd. 330.)
Führt durch eingehende Schilderung des Entwicklungsganges Richard Wagners zu einem wirklichen Verständnis seiner Werke.

Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. Von Prof. Dr. Fritz Volbach. Mit Partiturbeispielen und 2 Instrumententabellen. (Bd. 308.)
Gibt zum ersten Male einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte der Orchestrierung vom Altertum bis auf Richard Strauß.

Geschichte und Kulturgeschichte.

Die Anfänge der menschlichen Kultur. Von Prof. Dr. Ludwig Stein. (Bd. 93.)
Behandelt als Einführung in die Kulturprobleme der Gegenwart den vorgeschichtlichen Menschen, die Anfänge der Arbeitsteilung, die Anfänge der Rassenbildung sowie der wirtschaftlichen, intellektuellen, moralischen und sozialen Kultur.

Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. Erich Ziebarth. Mit 22 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. (Bd. 131.)
Sucht auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler ein anschauliches Bild von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr zu entwerfen.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Friedrich v. Duhn. 2. Auflage. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 114.)
Schildert auf Grund der neuesten Ausgrabungs- und Forschungsergebnisse Pompeji als Beispiel für die Entwicklung der nach Italien übertragenen griechischen Kultur und Kunst zur Weltkultur und Weltkunst.

Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Privatdozent Dr. Leo Bloch. 2. Auflage. (Bd. 22.)
Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist.

Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdozent Dr. Karl Dieterich. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 244.)
Bietet durch Charakterisierung markanter Persönlichkeiten einen Einblick in das wirkliche Wesen des gemeinhin so wenig bekannten und doch so wichtigen mittelalterlichen Byzanz.

Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. Georg Steinhausen. 2. Auflage. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 75.)
Beruht auf eingehender Quellenforschung und gibt in fesselnder Darstellung einen Überblick über germanisches Leben von der Urzeit bis zur Berührung der Germanen mit der römischen Kultur.

Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. V. Vedel. 2 Bände.
Band I: Heldenleben. (Bd. 292.)
Band II: Ritterromantik. (Bd. 293.)
Zeichnet auf Grund besonders der griechischen, germanischen, persischen und nordischen Heldendichtung ein Bild des heroischen Kriegerideals, um so Verständnis für die bleibende Bedeutung dieses Ideals für die Ausbildung der Kultur der Menschheit zu wecken.

Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. Eduard Otto. 2. Auflage. Mit 27 Abbildungen. (Bd. 45.)
Gibt ein Bild des deutschen Frauenlebens von der Urzeit bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts, von Denken und Fühlen, Stellung und Wirksamkeit der deutschen Frau, wie sie sich im Wandel der Jahrhunderte darstellt.

Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. B. Heil. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen und 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)
Stellt die geschichtliche Entwicklung dar, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse und gibt ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben der deutschen Städte.

Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Von Regierungs-Baumeister a. D. Albert Erbe. Mit 59 Abbildungen. (Bd. 117.)
Will dem Sinn für die Reize der alten malerischen Städtebilder durch eine Schilderung der eigenartigen Herrlichkeit Alt-Hollands wie Niederdeutschlands, ferner Danzigs, Lübecks, Bremens und Hamburgs nicht nur vom rein künstlerischen, sondern auch vom kulturgeschichtlichen Standpunkt aus entgegen kommen.

Das deutsche Dorf. Von Robert Mielke. Mit 51 Abbild. (Bd. 192.)
Schildert die Entwicklung des deutschen Dorfes von den Anfängen dörflicher Siedelungen an bis in die Neuzeit, in der uns ein fast wunderbares Mosaik ländlicher Siedelungstypen entgegentritt.

Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Prof. Dr. Rudolf Meringer. Mit 106 Abbildungen. (Bd. 116.)
Will das Interesse an dem deutschen Hause, wie es geworden ist, fördern, indem es das „Herdhaus", das oberdeutsche Haus, die Einrichtung der für dieses charakteristischen Stube, den Ofen, den Tisch, das Eßgerät schildert und einen Überblick über die Herkunft von Haus und Hausrat gibt.

Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Regierungsbaumeister a. D. Christian Ranck. Mit 70 Abbildungen. (Bd. 121.)
Gibt eine Entwicklungsgeschichte des deutschen Bauernhauses von der germanischen Urzeit über Skandinavien und Mittelalter bis zur Gegenwart.

Geschichte des deutschen Bauernstandes. Von Prof. Dr. Heinrich Gerdes. Mit 21 Abbildungen. (Bd. 320.)
Gibt eine Darstellung der schicksalsreichen Entwicklungsgeschichte des deutschen Bauernstandes von der germanischen Urzeit bis zur Gegenwart.

Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Direktor Dr. Eduard Otto. 3. Auflage. Mit 27 Abbildungen. (Bd. 14.)
Eine Darstellung der Entwicklung des deutschen Handwerks bis in die neueste Zeit und der Handwerkerbewegungen des 19. Jahrhunderts wie des älteren Handwerkslebens, seiner Sitten, Bräuche und Dichtung.

Deutsche Volksfeste und Volkssitten. Von Hermann S. Rehm. Mit 11 Abbildungen. (Bd. 214.)
Will durch die Schilderung der wichtigsten deutschen Volksfeste und Bräuche Teilnahme und Verständnis für sie als Äußerungen des Seelenlebens unseres Volkes neu erwecken und beleben.

Deutsche Volkstrachten. Von Pfarrer Carl Spieß. (Bd. 342.)

Die Münze als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. Arnold Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abbildungen. (Bd. 91.)

Zeigt, wie Münzen zur Aufhellung der wirtschaftlichen Zustände und der Rechtseinrichtungen früherer Zeiten dienen; legt die verschiedenen Arten von Münzen, ihre äußeren und inneren Merkmale sowie ihre Herstellung in historischer Entwicklung dar und gibt im Anschluß daran Münzensammlern beherzigenswerte Winke.

Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge, gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abbildung. (Bd. 182.)

Inhalt: Buchgewerbe und Wissenschaft: Prof. Dr. Rudolf Focke. — Buchgewerbe und Literatur: Prof. Dr. Georg Witkowski. — Buchgewerbe und Kunst: Prof. Dr. Rudolf Kautzsch. — Buchgewerbe und Religion: Privatdozent Lic. Dr. Heinrich Hermelink. — Buchgewerbe und Staat: Prof. Dr. Robert Wuttke. — Buchgewerbe und Volkswirtschaft: Prof. Dr. Heinrich Waentig.

Will für das mit sämtlichen Gebieten deutscher Kultur durch tausend Fäden verknüpfte Buchgewerbe verständnisvolle Freunde, tatkräftige Berufsgenossen werben.

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3., verbesserte Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Bd. 4.)

Ein Überblick über die Entwicklung des Schrift-, Brief- und Zeitungswesens, des Buchhandels und der Bibliotheken von den Zeiten der Babylonier bis auf die modernsten technischen Errungenschriften.

Das Zeitungswesen. Von Dr. Hermann Diez. (Bd. 328.)

Will durch Aufweisung der historischen und sozialen Grundlagen des heutigen Pressewesens zu einem Verständnis dieses mächtigen modernen Kulturfaktors führen.

Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. Siegmund Günther. 2. Auflage. Mit einer Weltkarte. (Bd. 26.)

Schildert die großen weltbewegenden Ereignisse der geographischen Renaissancezeit von der Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft und den Fahrten des Kolumbus an bis zu dem Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. Ottocar Weber. 2 Bände. (Bd. 123. 124.)

Ein knappes und doch eindrucksvolles Bild der nationalen und kulturellen Entwicklung der Neuzeit, das aus den vier Jahrhunderten je drei Persönlichkeiten herausgreift, die bestimmend eingegriffen haben in den Werdegang deutscher Geschichte.

Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Theodor Bitterauf. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 246.)

Schildert in knapper, wohldurchdachter, durch charakteristische Selbstzeugnisse und authentische Äußerungen bedeutender Zeitgenossen belebter Darstellung des großen Königs Leben und Wirken, das den Grund gelegt hat für die ganze spätere geschichtliche und kulturelle Entwicklung Deutschlands.

Geschichte der Französischen Revolution. Von Prof. Dr. Theodor Bitterauf. (Bd. 346.)

Napoleon I. Von Prof. Dr. Theodor Bitterauf. 2. Auflage. Mit einem Bildnis Napoleons. (Bd. 195.)

Will zum Verständnis für das System Napoleons führen und zeigen, wie die napoleonischen Kriege nur unter dem Gesichtswinkel der imperialistischen Politik zu verstehen sind.

Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Prof. Dr. Karl Theodor v. Heigel. 2. Auflage. (Bd. 129.)

Bietet eine knappe Darstellung der wichtigsten politischen Ereignisse im 19. Jahrhundert, womit eine Schilderung der politischen Ideen Hand in Hand geht, und wobei der innere Zusammenhang der einzelnen Vorgänge dargelegt, auch Sinnesart und Taten wenigstens der einflußreichsten Persönlichkeiten gewürdigt werden.

Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. Richard Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 37.)

Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. Richard Schwemer. (Bd. 101.)

Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. Richard Schwemer. (Bd. 102.)

Die 3 Bände geben zusammen eine in Auffassung und Darstellung durchaus eigenartige Geschichte des deutschen Volkes im 19. Jahrhundert. „Restauration und Revolution" behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes von dem ersten Aufleuchten des Gedankens des nationalen Staates bis zu dem tragischen Fehlschlagen aller Hoffnungen in der Mitte des Jahrhunderts. „Die Reaktion und die neue Ära", beginnend mit der Zeit der Ermattung nach dem großen Aufschwung von 1848, stellt in den Mittelpunkt des Prinzen von Preußen und Otto von Bismarcks Schaffen. „Vom Bund zum Reich" zeigt uns Bismarck mit sicherer Hand die Grundlage des Reiches vorbereitend und dann immer entschiedener allem Geschehenen das Gepräge seines Geistes verleihend.

1848. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Ottocar Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)

Sucht in kritischer, abwägender Darstellung den einzelnen Ständen und Parteien, den rechts und links auftretenden Extremen gerecht zu werden und hebt besonders den großartigen deutschnationalen Aufschwung jenes Jahres hervor.

Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von Richard Charmatz. 2 Bände. (Bd. 242. 243.)

Band I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd. 242.)
Band II: Der Kampf der Nationen. (Bd. 243.)

Gibt zum ersten Male in lebendiger und klarer Sprache eine Gesamtdarstellung der Entstehung des modernen Österreichs, seiner interessanten, durch das Zusammenwirken der verschiedensten Faktoren bedingten innerpolitischen Entwicklung seit 1848.

Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrh. bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. Wilh. Langenbeck. Mit 19 Bildnissen. (Bd. 174.)

Eine großzügige und fesselnde Darstellung der für uns so bedeutsamen Entwicklung des britischen Weltreichs, seiner inneren und äußeren Ausgestaltung als einer der gewaltigsten Erscheinungen der Weltgeschichte.

Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Prof. Dr. Ernst Daenell. (Bd. 147.)

Gibt eine übersichtliche Darstellung der geschichtlichen, kulturgeschichtlichen und wirtschaftlichen Entwicklung der Vereinigten Staaten mit besonderer Berücksichtigung der verschiedenen politischen, ethnographischen, sozialen und wirtschaftlichen Probleme der Gegenwart.

Die Amerikaner. Von Nicholas Murray Butler. Deutsche, durch Auszüge aus den Werken von A. Hamilton, A. Lincoln und R. W. Emerson vermehrte Ausgabe besorgt von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)

Entwirft in scharfen Linien ein Gesamtbild der heutigen amerikanischen Kultur und ihres historischen Entwicklungsganges.

Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Zwanglose Skizzen von Major Otto von Sothen. Mit 9 Übersichtskarten. (Bd. 59.)

In einzelnen Abschnitten wird insbesondere die Napoleonische und Moltkesche Kriegführung an Beispielen (Jena-Königgrätz-Sedan) dargestellt und durch Kartenskizzen erläutert. Damit verbunden sind kurze Schilderungen der preußischen Armee von 1806 und nach den Befreiungskriegen sowie nach der Reorganisation von 1860, endlich des deutschen Heeres von 1870 bis zur Gegenwart.

Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Alfred Meyer, Hauptmann im Kgl. Sächs. Inf.-Reg. Nr. 133 in Zwickau. Mit 3 Abbildungen im Text und zwei Tafeln. (Bd. 271.)

Stellt die ungeheuren Umwälzungen dar, welche die Entwicklung des modernen Verkehrswesens und der modernen Technik auf das Kriegswesen ausgeübt hat, wie sie bei einem europäischen Krieg der Zukunft in die Erscheinung treten würden.

Der Seekrieg. Eine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von Kurt Freiherr von Maltzahn, Vize-Admiral a. D. (Bd. 99.)

Bringt den Seekrieg als Kriegsmittel wie als Mittel der Politik zur Darstellung, indem es zunächst die Entwicklung der Kriegsflotte und der Seekriegsmittel schildert und dann die heutigen Weltwirtschaftsstaaten und den Seekrieg behandelt.

Die moderne Friedensbewegung. Von Alfred H. Fried. (Bd. 157.)

Entwickelt das Wesen und die Ziele der Friedensbewegung, gibt eine Darstellung der Schiedsgerichtsbarkeit in ihrer Entwicklung und ihrem gegenwärtigen Umfang sowie des Abrüstungsproblemes und gibt zum Schluß einen eingehenden Überblick über die Geschichte der Friedensbewegung und eine chronologische Darstellung der für sie bedeutsamen Ereignisse.

Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. Käthe Schirmacher. 2. Auflage. (Bd. 67.)

Unterrichtet eingehend und zuverlässig über die moderne Frauenbewegung aller Länder auf den Gebieten der Bildung, Arbeit, Sittlichkeit, Soziologie und Politik.

Hierzu siehe ferner:

H. v. Soden, Palästina und seine Geschichte. S. 3. **Thomsen,** Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. S. 4. **Neurath,** Antike Wirtschaftsgeschichte. S. 16. **Geffcken,** Aus der Werdezeit des Christentums. S. 4. **Sell,** Christentum und Weltgeschichte. S. 4. **Weise,** Die deutschen Volksstämme und Landschaften. S. 18. **Matthaei,** Deutsche Baukunst im Mittelalter. S. 9. **Bähnisch,** Die deutschen Personennamen. S. 7. **Böckel,** Die deutsche Volkssage. S. 7. **Bruinier,** Das deutsche Volkslied. S. 7. **Paulsen,** Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. S. 1. **Knabe,** Geschichte des deutschen Schulwesens. S. 1. **Knabe,** Das deutsche Unterrichtswesen. S. 1. **Tews,** Großstadtpädagogik. S. 1. **Bruchmüller,** Der Leipziger Student von 1409—1909. S. 1. **Boehmer,** Luther im Lichte der neueren Forschung. S. 4. **Sodeur,** Johann Calvin. S. 4. **Boehmer,** Die Jesuiten. S. 5. **Muckle,** Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrhundert. S. 15. **Pohle,** Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert. S. 16. **Laughlin,** Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. S. 16. **Schmidt,** Geschichte des Welthandels. S. 16. **Fried,** Internationales Leben der Gegenwart. S. 17. **Wislicenus,** Der Kalender. S. 26. **Ranck,** Geschichte der Gartenkunst. S. 9.

Rechts- und Staatswissenschaft. Volkswirtschaft.

Deutsches Fürstentum und deutsches Verfassungswesen. Von Prof. Dr. Eduard Hubrich. (Bd. 80.)

Zeigt den Weg, auf dem deutsches Fürstentum und deutsche Volksfreiheit zu dem in der Gegenwart geltenden wechselseitigen Ausgleich gelangt sind, unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte der preußischen Verfassung.

Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Von Prof. Dr. Edgar Loening. 3. Auflage. (Bd. 34.)

Eine durch geschichtliche Rückblicke und Vergleiche das Verständnis des geltenden Rechtes fördernde Einführung in das Verfassungsrecht des Deutschen Reiches, soweit seine Kenntnis für jeden Deutschen erforderlich ist.

Moderne Rechtsprobleme. Von Prof. Dr. Josef Kohler. (Bd. 128.)

Behandelt nach einem einleitenden Abschnitte über Rechtsphilosophie die wichtigsten und interessantesten Probleme der modernen Rechtspflege, insbesondere die des Strafrechts, des Strafprozesses, des Genossenschaftsrechts, des Zivilprozesses und des Völkerrechtes.

Die Psychologie des Verbrechers. Von Dr. Paul Pollitz, Strafanstaltsdirektor. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)

Gibt eine umfassende Übersicht und psychologische Analyse des Verbrechens als Produkt sozialer und wirtschaftlicher Verhältnisse, defekter geistiger Anlage wie persönlicher, verbrecherischer Tendenz.

Strafe und Verbrechen. Von Dr. Paul Pollitz, Strafanstaltsdirektor. (Bd. 323.)
Gibt an der Hand der Geschichte seiner Entwicklung eine allgemeine Übersicht über das gesamte Gebiet des Strafvollzugs und der Verbrechensbekämpfung, unter besonderer Berücksichtigung der gegenwärtig aktuellen Reformprobleme.

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkskundlichen Kriminalistik. Von Kammergerichtsreferendar Dr. Albert Hellwig. (Bd. 212.)
Bietet eine Reihe interessanter Bilder aus dem Gebiete des kriminellen Aberglaubens, wie z. B. von modernen Hexenprozessen, Vampyrglauben, Sympathiekuren, verborgenen Schätzen, Meineidszeremonien usw.

Das deutsche Zivilprozeßrecht. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. Ein Leitfaden für Laien, Studierende und Juristen. (Bd. 315.)
Die erste zusammenfassende Orientierung auf Grund der neuen Zivilprozeßreform.

Ehe und Eherecht. Von Prof. Dr. Ludwig Wahrmund. (Bd. 115.)
Schildert die historische Entwicklung des Ehebegriffes nach seiner natürlichen, sittlichen und rechtlichen Seite, untersucht das Verhältnis von Staat und Kirche auf dem Gebiete des Eherechtes und behandelt darüber hinaus auch alle jene Fragen über die rechtliche Stellung der Frau und besonders der Mutter, die immer lebhafter die öffentliche Meinung beschäftigen.

Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanwalt Bernhard Tolksdorf. (Bd. 138.)
Behandelt die geschichtliche Entwicklung des gewerblichen Rechtsschutzes und führt in Sinn und Wesen des Patent-, Muster- und Warenzeichenrechts ein.

Die Miete nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanwalt Dr. Max Strauß. (Bd. 194.)
Will durch eine objektive, gemeinverständliche Darstellung des Mietrechts die beiden Gruppen Mieter und Vermieter über ihr gegenseitiges Verhältnis aufklären und gleichzeitig durch Berücksichtigung der einschlägigen Literatur und Entscheidungen dem praktischen Juristen als Handbuch dienen.

Das Wahlrecht. Von Regierungsrat Dr. Oskar Poensgen. (Bd. 249.)
Bietet eine Würdigung der verschiedenen Wahlrechtssysteme und Bestimmungen sowie eine Übersicht über die heutzutage in den einzelnen Staaten geltenden Wahlrechte.

Die Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanwalt Paul Bienengräber. 2 Bände. (Bd. 219. 220.)
Band I: Die Familie. (Bd. 219.) Band II: Der Haushalt. (Bd. 220.)
Behandelt in anregender, durch zahlreiche, dem täglichen Leben entnommene Beispiele belebter Darstellung alle in der Familie und dem Haushalt vorkommenden Rechtsfragen und Rechtsfälle.

Finanzwissenschaft. Von Professor Dr. S. P. Altmann. (Bd. 306.)
Ein Überblick über das Gesamtgebiet der Finanzwissenschaft, der jedem die Möglichkeit einer objektiv-wissenschaftlichen Beurteilung der Reichsfinanzreform bietet.

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von Gustav Maier. 4. Auflage. (Bd. 2.)
Schildert die sozialen Bewegungen und Theorien in ihrer geschichtlichen Entwicklung von den altorientalischen und antiken Kulturvölkern an durch das Mittelalter bis zur Entstehung des modernen Sozialismus.

Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrhundert. Von Privatdozent Dr. Friedrich Muckle. 2 Bände. (Bd. 269. 270.)
Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.)
Band II: Proudhon und der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)
Gibt eine seine philosophischen Grundlagen aufzeigende Darstellung der Entwicklung des sozialen Ideals im 19. Jahrhundert mit liebevoller Charakterisierung der Einzelpersönlichkeiten von Owen, Fourier, Weitling über Proudhon, Saint-Simon, Rodbertus bis zu Karl Marx und Lassalle.

Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. M. G. Schmidt. (Bd. 118.)
Behandelt die Entwicklung des Handels vom Altertum an über das Mittelalter, in dem Konstantinopel, seit den Kreuzzügen Italien und Deutschland den Weltverkehr beherrschen, zur Neuzeit, die mit der Entdeckung Amerikas beginnt, und bis zur Gegenwart, in der auch der deutsche Kaufmann den ganzen Erdball erobert.

Geschichte d. deutschen Handels. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)
Schildert die Entwicklung von primitivsten prähistorischen Anfängen bis zur heutigen Weltmachtstellung des deutschen Handels mit ihren Bedingungen und gibt ein übersichtliches Bild dieses weitverzweigten Organismus.

Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. Paul Arndt. (Bd. 179.)
Stellt unsere wirtschaftlichen Beziehungen zum Auslande sowie die Ursachen der gegenwärtigen hervorragenden Stellung Deutschlands in der Weltwirtschaft dar, erörtert die Vorteile und Gefahren dieser Stellung eingehend und behandelt endlich die vielen wirtschaftlichen und politischen Aufgaben, die sich aus Deutschlands internationaler Stellung ergeben.

Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert von weil. Prof. Dr. Christian Gruber. 2. Auflage. Neubearbeitet von Dr. Hans Reinlein. (Bd. 42.)
Will Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeiführen und darlegen, inwieweit sich Produktion und Verkehrsbewegung auf die natürlichen Gelegenheiten, die geographischen Vorzüge unseres Vaterlandes stützen können und in ihnen sicher verankert liegen.

Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrhundert. Von Prof. Dr. Ludwig Pohle. 2. Auflage. (Bd. 57.)
Eine objektive, ruhig abwägende Darstellung der gewaltigen Umwälzung, die das deutsche Wirtschaftsleben im Laufe des einen Jahrhunderts erfahren hat.

Das Hotelwesen. Von Paul Damm-Etienne. Mit 30 Abbild. (Bd. 331.)
Ein Überblick über Entwicklung und Bedeutung, Organisation und Betrieb, soziale und rechtliche Stellung des Hotelwesens.

Die deutsche Landwirtschaft. Von Dr. Walter Claaßen. Mit 15 Abbildungen und 1 Karte. (Bd. 215.)
Behandelt die natürlichen Grundlagen der Bodenbereitung, die Technik und Betriebsorganisation des Bodenbaues und der Viehhaltung, die volkswirtschaftliche Bedeutung des Landbaues sowie die agrarpolitischen Fragen, ferner die Bedeutung des Menschen als Produktionsfaktor in der Landwirtschaft und andererseits die Rolle, die das Landvolk im Lebensprozesse der Nation spielt.

Innere Kolonisation. Von A. Brenning. (Bd. 261.)
Gibt in knappen Zügen ein vollständiges Bild von dem Stande der inneren Kolonisation in Deutschland als einer der volkswirtschaftlich, wie sozial und national wichtigsten Aufgaben der Gegenwart.

Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)
Gibt auf Grund der modernen Forschungen einen gemeinverständlichen Überblick über die Wirtschaftsgeschichte der Antike unter stetem Vergleich mit modernen Verhältnissen.

Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. Laurence Laughlin. Mit 9 graphischen Darstellungen. (Bd. 127.)
Ein Amerikaner behandelt für deutsche Leser die wirtschaftlichen Fragen, die augenblicklich im Vordergrunde des öffentlichen Lebens in Amerika stehen.

Die Japaner und ihre wirtschaftliche Entwicklung. Von Prof. Dr. Karl Rathgen. (Bd. 72.)
Schildert auf Grund langjähriger eigener Erfahrungen Land und Leute, Staat und Wirtschaftsleben sowie die Stellung Japans im Weltverkehr und ermöglicht so ein wirkliches Verständnis für die staunenswerte innere Neugestaltung des Landes in den letzten Jahrzehnten.

Die Gartenstadtbewegung. Von Generalsekr. Hans Kampffmeyer. Mit 43 Abbildungen. (Bd. 259.)
Orientiert zum ersten Male umfassend über Ursprung und Geschichte, Wege und Ziele, Bedeutung und Erfolge der Gartenstadtbewegung.

Das internationale Leben der Gegenwart. Von Alfred H. Fried. Mit einer lithographischen Tafel. (Bd. 226.)
Ein „Baedeker für das internationale Land", der durch eine Zusammenstellung der internationalen Vereinbarungen und Einrichtungen nach ihrem Umfang und ihrer Wirksamkeit zu zeigen sucht, wie weit der internationale Zusammenschluß der Kulturwelt auf nationaler Grundlage bereits gediehen ist.

Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. Max Haushofer. (Bd. 50.)
Will in gedrängter Form das Wesentliche der Bevölkerungslehre geben über Ermittlung der Volkszahl, über Gliederung und Bewegung der Bevölkerung, Verhältnis der Bevölkerung zum bewohnten Boden und die Ziele der Bevölkerungspolitik.

Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. Dr. Otto v. Zwiedineck-Südenhorst. (Bd. 78.)
Bietet eine gedrängte Darstellung des gemeiniglich unter dem Titel „Arbeiterfrage" behandelten Stoffes unter besonderer Berücksichtigung der Fragen der Notwendigkeit, Zweckmäßigkeit und der ökonomischen Begrenzung der einzelnen Schutzmaßnahmen und Versicherungseinrichtungen.

Die Konsumgenossenschaft. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
Stellt die Konsumgenossenschaft nach ihrer Bedeutung und ihren Grundlagen, ihrer geschichtlichen Entwicklung und heutigen Organisation und in ihren Kämpfen und Zukunftsaussichten dar.

Die Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Privatdozent Dr. Robert Wilbrandt. (Bd. 106.)
Behandelt von dem Verhältnis von Beruf und Mutterschaft aus, als dem zentralen Problem der ganzen Frage, die Ursachen der niedrigen Bezahlung der weiblichen Arbeit, die daraus entstehenden Schwierigkeiten in der Konkurrenz der Frauen mit den Männern, den Gegensatz von Arbeiterinnenschutz und Befreiung der weiblichen Arbeit.

Grundzüge d. Versicherungswesens. Von Prof. Dr. A. Manes. (Bd. 105.)
Behandelt die Stellung der Versicherung im Wirtschaftsleben, ihre Entwicklung und Organisation, den Geschäftsgang eines Versicherungsbetriebs, die Versicherungspolitik, das Versicherungsvertragsrecht und die Versicherungswissenschaft, ebenso die einzelnen Zweige der Versicherung, wie Lebensversicherung, Unfallversicherung usw.

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900 (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. Walter Lotz. 3. Auflage. (Bd. 15.)
Gibt nach einer kurzen Übersicht über die Hauptfortschritte in den Verkehrsmitteln eine Geschichte des Eisenbahnwesens, schildert den heutigen Stand der Eisenbahnverfassung, das Güter- und das Personentarifwesen, die Reformversuche und die Reformfrage, ferner die Bedeutung der Binnenwasserstraßen und endlich die Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat Johannes Bruns. (Bd. 165.)
Eine umfassende Darstellung des gesamten Postwesens unter Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung sowie der Bedürfnisse der Praxis.

Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat Johannes Bruns. Mit 4 Figuren. (Bd. 183.)
Gibt auf der Grundlage eingehender praktischer Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse einen Einblick in das für die heutige Kultur so bedeutungsvolle Gebiet der Telegraphie und seine großartigen Fortschritte.

Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegrapheninspektor Helmut Brick. Mit 58 Abbildungen. (Bd. 235.)
Schildert unter klarer Veranschaulichung der zugrundeliegenden Prinzipien den Entwicklungsgang der Telegraphen- und Fernsprechtechnik von Flammenzeichen und Rufposten bis zum modernen Mehrfach- und Maschinentelegraphen und von Philipp Reis' und Graham Bells Erfindung bis zur Einrichtung unserer großen Fernsprechämter.

Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Prof. Dr. Karl Thieß. (Bd. 169.)
Gibt in übersichtlicher Darstellung der großen für ihre Entwicklung und ihr Gedeihen in Betracht kommenden volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte eine Nationalökonomik der deutschen Schiffahrt.

Hierzu siehe ferner:
Bloch, Soziale Kämpfe im alten Rom. S. 10. **Gerdes,** Geschichte des deutschen Bauernstandes. S. 11. **Barth,** Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen. S. 18. **Butler,** Die Amerikaner. Deutsch von Dr. Paszkowski. S. 13.

Erdkunde.

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. Alfred Kirchhoff. 3. Auflage. (Bd. 31.)
Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt, durch Schilderungen allgemeiner und besonderer Art, der Steppen- und Wüstenvölker, der Entstehung von Nationen, wie Deutschland und China u. a. m.

Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Professor Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 302.)
Behandelt auf Grund der neuesten Forschungen die vielumstrittenen Probleme der Eiszeit mit besonderer Berücksichtigung des Auftretens des Menschen und der Anfänge der menschlichen Kultur.

Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. Kurt Hassert. Mit 21 Abbildungen. (Bd. 163.)
Erörtert die Ursachen des Entstehens, Wachsens und Vergehens der Städte, sowie ihre wirtschaftsgeographische Bedeutung und schildert das Städtebild als geographische Erscheinung.

Wirtschaftl. Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Christian Gruber. (Bd. 122.)
Will die ursprünglichen Zusammenhänge zwischen der natürlichen Ausstattung der einzelnen Länder und der wirtschaftlichen Kraftäußerung ihrer Bewohner klarmachen und Verständnis für die wahre Machtstellung der einzelnen Völker und Staaten erwecken.

Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. Oskar Weise. 3. Aufl. Mit 29 Abbildungen im Text und auf 15 Tafeln. (Bd. 16.)
Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme, die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Landschaft, den Einfluß auf das Temperament und die geistige Anlage der Menschen, die Leistungen hervorragender Männer, Sitten und Gebräuche, Sagen und Märchen u. a. m.

Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.) Von Dr. Adolf Heilborn. 2. Auflage. Mit 26 Abbildungen und 2 Karten. (Bd. 98.)
Gibt eine durch Abbildungen und Karten unterstützte objektive und allseitige Darstellung der geographischen und ethnographischen Grundlagen, wie der wirtschaftlichen Entwicklung unserer deutschen Kolonien.

Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen. Im Lichte der Erdkunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)
Unsere kolonisatorischen Errungenschaften materieller und ideeller Art, wie auch die weitere Entwicklungsfähigkeit unserer Schutzgebiete werden geographisch und statistisch begründet.

Die Alpen. Von Hermann Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)
Gibt, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, eine umfassende Schilderung des Reiches der Alpen in landschaftlicher, erdgeschichtlicher, sowie klimatischer, biologischer, wirtschaftlicher und verkehrstechnischer Hinsicht.

Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. Kurt Hassert. 2. Auflage. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)
Faßt in gedrängtem Überblick die Fortschritte und wichtigsten Ergebnisse der Nord- und Südpolarforschung von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart zusammen.

Der Orient. Eine Länderkunde. Von Ewald Banse. (Bd. 277. 278. 279.)
Band I. Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abbildungen, 10 Kartenskizzen, 3 Diagrammen und 1 Tafel. (Bd. 277.)
Band II. Der arabische Orient. Mit 29 Abbildungen und 7 Diagrammen. (Bd. 278.)
Band III. Der arische Orient. Mit 34 Abbild., 3 Kartenskizzen und 2 Diagrammen. (Bd. 279.)
Der erste Band gibt, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, eine lebendige Schilderung von Land, Leuten und wirtschaftlichen Verhältnissen in Marokko, Algier und Tunis, der zweite eine solche von Ägypten, Arabien, Syrien und Mesopotamien, der dritte von Kleinasien, Armenien und Iran.

Anthropologie. Heilwissenschaft u. Gesundheitslehre.

Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. Adolf Heilborn. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 62.)
Gibt auf Grund der neuesten Funde und an der Hand zahlreicher Abbildungen eine Übersicht über unsere Kenntnis der Entwicklung des Menschengeschlechts von seiner Abzweigung aus der Reihe der tierischen Vorfahren bis zur Schwelle der historischen Zeit.

Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. Edmund Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)
Will in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens einführen, indem die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen Diagnose und Therapie, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik behandelt werden.

Der Arzt. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. Moritz Fürst. (Bd. 265.)
Gibt einen vollständigen Überblick über das Wesen des ärztlichen Berufes in seinen verschiedenen Betätigungen und veranschaulicht die heutige soziale Bedeutung unseres Ärztestandes.

Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Prof. Dr. D. von Hansemann. (Bd. 83.)
Behandelt alle menschlichen Verhältnisse, die in irgendeiner Beziehung zu Leben und Gesundheit stehen, besonders mit Rücksicht auf viele schädliche Arten des Aberglaubens, die geeignet sind, Krankheiten zu fördern, die Gesundheit herabzusetzen und auch in moralischer Beziehung zu schädigen.

Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Privatdozent Dr. Heinrich Sachs. 3., verb. Auflage. Mit 37 Abbildungen. (Bd. 32.)
Will den menschlichen Körper in der Organisation des Zusammenwirkens aller seiner Teile unter den Gesetzen des allgemeinen Naturgeschehens begreifen lehren.

Die Anatomie des Menschen. Von Prof. Dr. Karl v. Bardeleben. In 5 Bänden. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 201. 202. 203. 204. 263.)
I. Teil: Allgemeine Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Mit 69 Abbildungen. (Bd. 201.)
II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abbildungen. (Bd. 202.)
III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. Mit 68 Abbildungen. (Bd. 203.)
IV. Teil: Die Eingeweide (Darm, Atmungs-, Harn- u. Geschlechtsorgane). Mit 38 Abb. (Bd. 204.)
V. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 263.)
In dieser Reihe von 5 Bänden wird die menschliche Anatomie in knappem, für gebildete Laien leicht verständlichem Texte dargestellt, wobei eine große Anzahl sorgfältig ausgewählter Abbildungen die Anschaulichkeit erhöht. Der erste Band enthält u. a. einiges aus der Geschichte der Anatomie von Homer bis zur Neuzeit, ferner die Zellen- und Gewebelehre, die Entwicklungsgeschichte, sowie Formen, Maß und Gewicht des Körpers. Im zweiten Band werden dann Skelett, Knochen und die Gelenke nebst einer Mechanik der letzteren, im dritten die bewegenden Organe des Körpers, die Muskeln, das Herz und die Gefäße, im vierten die Eingeweidelehre, namentlich der Darmtraktus, sowie die Harn- und Geschlechtsorgane, und im

fünften werden die verschiedenen Ruhelagen des Körpers, Liegen, Stehen, Sitzen usw., sodann die verschiedenen Arten der Ortsbewegung, Gehen, Laufen, Tanzen, Schwimmen, Reiten usw., endlich die wichtigsten Bewegungen innerhalb des Körpers, die der Wirbelsäule, des Herzens und des Brustkorbes bei der Atmung zur Darstellung gebracht.

Moderne Chirurgie. Von Prof. Dr. Feßler. Mit Abbild. (Bd. 339.)

Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von weil. Prof. Dr. H. Buchner. 3. Aufl., besorgt von Prof. Dr. M. v. Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)
Unterrichtet über die äußeren Lebensbedingungen des Menschen, über das Verhältnis von Luft, Licht und Wärme zum menschlichen Körper, über Kleidung und Wohnung, Bodenverhältnisse und Wasserversorg ng, die Krankheiten erzeugenden Pilze und die Infektionskrankheiten, kurz über die wichtigsten Fragen der Hygiene.

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. Heinrich Rosin. Mit 18 Abbildungen. (Bd. 312.)
Eine allgemeinverständliche Darstellung von Bau und Funktion des Herzens und der Blutgefäße, sowie den verschiedenen Formen ihrer Erkrankungen.

Das menschliche Gebiß, seine Erkrankung und Pflege. Von Zahnarzt Fritz Jäger. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 229.)
Schildert Entwicklung und Aufbau, sowie die Erkrankungen der Zähne, die Wechselbeziehungen zwischen Zahnzerstörnis und Gesamtorganismus und die zur Schaffung und Erhaltung eines gesunden Gebisses dienlichen Maßnahmen.

Körperliche Verbildungen im Kindesalter und ihre Verhütung. Von Dr. Max David. Mit 26 Abbildungen. (Bd. 321.)
Gibt eine eingehende Schilderung der im Kindesalter eintretenden Verbildungen, ihrer Entstehungsursachen, Heilungsmethoden und vor allem der Mittel und Wege, den Kindern gerade und gesunde Gliedmaßen zu erhalten.

Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. Richard Zander. 2. Auflage. Mit 27 Figuren. (Bd. 48.)
Gewährt einen Einblick in das Wesen des Nervensystems und seiner Krankheiten, deren Vermeidung und Beseitigung.

Die fünf Sinne des Menschen. Von Prof. Dr. Josef Klemens Kreibig. 2. Auflage. Mit 30 Abbildungen. (Bd. 27.)
Eine Darstellung der einzelnen Sinnesgebiete, der Organe und ihrer Funktionsweise, der als Reiz wirkenden äußeren Ursachen, sowie der Empfindungen nach Inhalt, Stärke und Merkmalen.

Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Privatdozent Dr. med. Georg Abelsdorff. Mit 15 Abbildungen. (Bd. 149.)
Schildert die Anatomie des menschlichen Auges, sowie die Leistungen des Gesichtssinnes und behandelt die Hygiene des Auges, seine Erkrankungen und Verletzungen, Kurzsichtigkeit, Vererbung usw.

Die menschliche Stimme und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. Paul H. Gerber. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 136.)
Nach den notwendigsten Erörterungen über das Zustandekommen und über die Natur der Töne werden der Kehlkopf des Menschen und seine Funktion als musikalisches Instrument behandelt; dann werden die Gesang- und die Sprechstimme, ihre Ausbildung, ihre Fehler und Erkrankungen, sowie deren Verhütung und Behandlung erörtert.

Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generaloberarzt Prof. Dr. Wilhelm Schumburg. Mit 4 Abbildungen und 1 Tafel. (Bd. 251.)
Gibt in sachlicher, aber rückhaltlos offener Darlegung ein Bild von dem Wesen der Geschlechtskrankheiten und von ihren Erregern, erörtert ausführlich ihre Bekämpfung und Verhütung, mit besonderer Rücksicht auf das gefährliche Treiben der Prostitution und der Kurpfuscher, die persönlichen Schutzmaßregeln, sowie die Aussichten auf erfolgreiche Behandlung.

Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generaloberarzt Prof. Dr. Wilhelm Schumburg. Mit 1 Tafel und 8 Figuren. (Bd. 47.)
Schildert nach einem Überblick über die Verbreitung der Tuberkulose das Wesen derselben, beschäftigt sich eingehend mit dem Tuberkelbazillus, bespricht die Maßnahmen, durch die man ihn von sich fernhalten kann, und erörtert die Fragen der Heilung der Tuberkulose.

Die krankheiterregenden Bakterien. Von Privatdozent Dr. Max Loehlein. Mit 33 Abbildungen. (Bd. 307.)
Gibt eine Darstellung der wichtigsten Errungenschaften der modernen Bakteriologie und eine Übersicht über die häufigen Infektionskrankheiten nach dem Stande der neueren Forschungen.

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. Georg Ilberg. (Bd. 151.)
Erörtert an eingehend dargestellten Beispielen die wichtigsten Formen geistiger Erkrankung, um so die richtige Beurteilung der Zeichen geistiger Erkrankung und damit eine rechtzeitige verständnisvolle Behandlung derselben zu ermöglichen.

Krankenpflege. Von Chefarzt Dr. Bruno Leick. (Bd. 152.)
Erörtert nach einem Überblick über Bau und Funktion der inneren Organe und deren hauptsächlichsten Erkrankungen die hierbei zu ergreifenden Maßnahmen, wobei besonders eingehend die Pflege bei Infektionskrankheiten, sowie bei plötzlichen Unglücksfällen und Erkrankungen behandelt werden.

Gesundheitslehre für Frauen. Von weil. Privatdozent Dr. Roland Sticher. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 171.)
Unterrichtet über den Bau des weiblichen Organismus und seine Pflege vom Kindesalter an, vor allem aber eingehend über den Beruf der Frau als Gattin und Mutter.

Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. Walter Kaupe. Mit 17 Abbildungen. (Bd. 154.)
Will der jungen Mutter oder Pflegerin in allen in Betracht kommenden Fragen den nötigen Rat erteilen. Außer der allgemeinen geistigen und körperlichen Pflege des Kindchens werden besonders die natürliche und künstliche Ernährung behandelt und für alle diese Fälle zugleich praktische Anleitung gegeben.

Der Alkoholismus. Herausgegeben vom Zentralverband zur Bekämpfung des Alkoholismus. In 3 Bänden. [Bd. 103 vergriffen.] (Bd. 103. 104. 145.)
Die drei Bändchen sind ein kleines wissenschaftliches Kompendium der Alkoholfrage, verfaßt von den besten Kennern der mit ihr zusammenhängenden sozial-hygienischen und sozial-ethischen Probleme, und enthalten eine Fülle von Material in übersichtlicher und schöner Darstellung.

Ernährung und Volksnahrungsmittel. Von weil. Prof. Dr. Johannes Frentzel. 2. Auflage. Neu bearbeitet von Geh. Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 7 Abbildungen und 2 Tafeln. (Bd. 19.)
Gibt einen Überblick über die gesamte Ernährungslehre. Durch Erörterung der grundlegenden Begriffe werden die Zubereitung der Nahrung und der Verdauungsapparat besprochen und endlich die Herstellung der einzelnen Nahrungsmittel, insbesondere auch der Konserven behandelt.

Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. Richard Zander. 3. Auflage. Mit 19 Abbildungen. (Bd. 13.)
Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht; erörtert besonders die Wechselbeziehungen zwischen körperlicher und geistiger Arbeit, die Leibesübungen der Frauen, die Bedeutung des Sportes und die Gefahren der sportlichen Übertreibungen.

Hierzu siehe ferner:

Burgerstein, Schulhygiene. S. 3. **Verworn,** Mechanik des Geisteslebens. S. 6. **Trömner,** Hypnotismus und Suggestion. S. 6. **Gaupp,** Psychologie des Kindes. S. 1.

Naturwissenschaften. Mathematik.

Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Prof. Dr. Felix Auerbach. 3. Auflage. Mit 79 Figuren. (Bd. 40.)

Gibt eine zusammenhängende, für jeden Gebildeten verständliche Entwicklung der Begriffe, welche den Bau der modernen exakten Naturwissenschaften begründen und beherrschen.

Die Lehre von der Energie. Von Dr. Alfred Stein. Mit 13 Figuren. (Bd. 257.)

Vermittelt für jeden verständlich eine Vorstellung von der umfassenden Einheitlichkeit, die durch die Aufstellung des Energiegesetzes in unsere gesamte Naturauffassung gekommen ist.

Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. Gustav Mie. 2. Auflage. Mit 27 Figuren. (Bd. 58.)

Stellt die physikalische Atomlehre als die kurze, logische Zusammenfassung einer großen Menge physikalischer Tatsachen unter einem Begriffe dar, die ausführlich und nach Möglichkeit als einzelne Experimente geschildert werden.

Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abbildungen. (Bd. 324.)

Gibt eine allgemeinverständliche Würdigung des Wirkens und Lebens der Physiker, welche die Wissenschaft zu ihrer heutigen Höhe geführt haben, von Galilei, Huyghens, Newton, Faraday, Helmholtz.

Werdegang der modernen Physik. Von Dr. Hans Keller. (Bd. 343.)

Das Licht und die Farben. Von Prof. Dr. Leo Graetz. 3. Auflage. Mit 117 Abbildungen. (Bd. 17.)

Führt, von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend, zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben und behandelt, ausgehend von der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes, das Wesen der Farben, die Beugungserscheinungen und die Photographien.

Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Prof. Dr. Richard Börnstein und Prof. Dr. W. Marckwald. 2. Auflage. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)

Schildert die verschiedenen Arten der Strahlen, darunter die Kathoden- und Röntgenstrahlen, die Hertzschen Wellen, die Strahlungen der radioaktiven Körper (Uran und Radium) nach ihrer Entstehung und Wirkungsweise, unter Darstellung der charakteristischen Vorgänge der Strahlung.

Die optischen Instrumente. Von Dr. Moritz von Rohr. 2. Auflage. Mit 84 Abbildungen. (Bd. 88.)

Gibt eine elementare Darstellung der optischen Instrumente nach den modernen Anschauungen, wobei das Ultramikroskop, die neuen Apparate zur Mikrophotographie mit ultraviolettem Licht, die Prismen- und die Zielfernrohre, die Projektionsapparate und stereoskopischen Entfernungsmesser erläutert werden.

Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 284.)

Gibt eine von zahlreichen Abbildungen unterstützte Darstellung der spektroskopischen Forschung und ihrer weittragenden Ergebnisse für Wissenschaft und Technik.

Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abbildungen. (Bd. 35.)

Nach Erläuterung der optischen Konstruktion und Wirkung des Mikroskops und Darstellung der historischen Entwicklung wird eine Beschreibung der modernsten Mikroskoptypen, Hilfsapparate und Instrumente gegeben und gezeigt, wie die mikroskopische Untersuchung die Einsicht in Naturvorgänge vertieft.

Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Prof. Theodor Hartwig. Mit 40 Abbildungen und 19 Tafeln. (Bd. 135.)

Behandelt die verschiedenen Erscheinungen und Anwendungen der Stereoskopie, insbesondere die stereoskopischen Himmelsphotographien, die stereoskopische Darstellung mikroskopischer Objekte, das Stereoskop als Meßinstrument und die Bedeutung und Anwendung des Stereokomparators.

Die Lehre von der Wärme. Von Prof. Dr. Richard Börnstein. Mit 33 Abbildungen. (Bd. 172.)

Behandelt ausführlich die Tatsachen und Gesetze der Wärmelehre, Ausdehnung erwärmter Körper und Temperaturmessung, Wärmemessung, Wärme- und Kältequellen, Wärme als Energieform, Schmelzen und Erstarren, Sieden, Verdampfen und Verflüssigen, Verhalten des Wasserdampfes in der Atmosphäre, Dampf- und andere Wärmemaschinen und schließlich die Bewegung der Wärme.

Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. Heinrich Alt. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 311.)

Ein Überblick über die künstliche Erzeugung tiefster Temperaturen und ihre so wichtige technische Verwendung.

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. Reinhart Blochmann. 3. Aufl. Mit 115 Abbildungen. (Bd. 5.)

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein und zeigt die außerordentliche Bedeutung derselben für unser Wohlergehen.

Das Wasser. Von Privatdoz. Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

Gibt eine zusammenfassende Darstellung unseres gesamten Wissens über das Wasser, das Lebenselement der Erde, unter besonderer Berücksichtigung des praktisch Wichtigen.

Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Figuren. (Bd. 187.)

Will einen Einblick in die wichtigsten theoretischen Erkenntnisse der organischen Chemie geben und das Verständnis für ihre darauf begründeten praktischen Entdeckungen und Erfindungen vermitteln.

Die Erscheinungen des Lebens. Von Privatdozent Dr. H. Miehe. Mit 40 Figuren. (Bd. 130.)

Sucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem es nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Äußerungen des Lebens, wie Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, den Tod und die Variabilität behandelt.

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. Richard Hesse. 3. Auflage. Mit 37 Figuren. (Bd. 39.)

Gibt einen kurzen, aber klaren Einblick in den gegenwärtigen Stand der Abstammungslehre und sucht die Frage, wie die Umwandlung der organischen Wesen vor sich gegangen ist, nach dem neuesten Stande der Forschung zu beantworten.

Experimentelle Biologie. Von Dr. Curt Thesing. Mit Abbild. 2 Bde.

Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)
Band II: Regeneration, Selbstverstümmelung und Transplantation. (Bd. 337.)

Der bis jetzt vorliegende Band II behandelt die zu so großer Bedeutung gelangten Erscheinungen der Regeneration und Transplantation bei Tieren und Pflanzen nebst den damit in engem Zusammenhange stehenden Erscheinungen der Selbstverstümmelung und der ungeschlechtlichen Vermehrung. Ausführlich wird u. a. auf die den Regenerationsverlauf bestimmenden Faktoren eingegangen, dabei ergeben sich wichtige Folgerungen für das Vererbungsproblem und die Theorie der natürlichen Zuchtwahl. Die Ergebnisse der modernen Forschung werden dabei in einer Weise geboten, wie sie in so knapper Zusammenfassung bisher nicht bestand.

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. Ernst Teichmann. Mit 7 Abbildungen und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)
Eine gemeinverständliche, streng sachliche Darstellung der bedeutsamen Ergebnisse der modernen Forschung über das Befruchtungsproblem.

Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Prof. Dr. Paul Gisevius. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 173.)
Eine leichtfaßliche Darstellung alles dessen, was uns allgemein an der Pflanze interessiert, eine kleine „Botanik des praktischen Lebens".

Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Prof. Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abbildungen. (Bd. 112.)
Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. Karl Giesenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Figuren. (Bd. 10.)
Behandelt die Getreidepflanzen und ihren Anbau nach botanischen wie kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten, damit zugleich in anschaulichster Form allgemeine botanische Kenntnisse vermittelnd.

Die fleischfressenden Pflanzen. Von Dr. Ad. Wagner. Mit Abbildungen. (Bd. 344.)

Der deutsche Wald. Von Prof. Dr. Hans Hausrath. Mit 15 Abbildungen und 2 Karten. (Bd. 153.)
Schildert unter Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung die Lebensbedingungen und den Zustand unseres deutschen Waldes, die Verwendung seiner Erzeugnisse sowie seine günstige Einwirkung auf Klima, Fruchtbarkeit, Sicherheit und Gesundheit des Landes, und erörtert zum Schlusse die Pflege des Waldes. Ein Büchlein also für jeden Waldfreund.

Die Pilze. Von Dr. A. Eichinger. Mit Abbildungen. (Bd. 334.)
Versucht, das Wesen der Pilze im allgemeinen zu charakterisieren. Ihre morphologischen und physiologischen Verhältnisse sind so interessant, ihre Wichtigkeit im Haushalt des Menschen und der Natur so groß, daß sie es mehr, als bisher geschehen, verdienen, von einem größeren Publikum beachtet zu werden.

Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. (Bd. 332.)
Gibt nach dem neuesten Stande der Wissenschaft und Praxis einen Überblick über das Gesamtgebiet des Weinbaus und der Weinbereitung in historischer, biologischer, landwirtschaftlicher, chemischer und sozialer Hinsicht.

Der Obstbau. Von Dr. Ernst Voges. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 107.)
Will über die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen des Obstbaues sowie seine Naturgeschichte und große volkswirtschaftliche Bedeutung unterrichten. Die Geschichte des Obstbaues, das Leben des Obstbaumes, Obstbaumpflege und Obstbaumschutz, die wissenschaftliche Obstkunde, die Ästhetik des Obstbaues gelangen zur Behandlung.

Kolonialbotanik. Von Privatdoz. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
Schildert die allgemeinen Grundlagen und Methoden tropischer Landwirtschaft und behandelt im besonderen die bekanntesten Kolonialprodukte, wie Kaffee, Zucker, Reis, Baumwolle usw.

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. Arwed Wieler. Mit 24 Abbildungen und 1 Karte. (Bd. 132.)
Behandelt Kaffee, Tee und Kakao, sowie Mate und Kola in bezug auf die Art und Verbreitung der Stammpflanzen, ihre Kultur und Ernte bis zur Gewinnung der fertigen Ware.

Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerschullehrer Ernst Reukauf. Mit 100 Abbildungen. (Bd. 181.)
Eröffnet einen Einblick in den staunenswerten Formenreichtum des mikroskopischen Pflanzenlebens und lehrt den Ursachen ihrer wunderbaren Lebenserscheinungen nachforschen.

Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. (Bd. 160.)
Eröffnet dem Naturfreunde ein Bild reichen Lebens im Wassertropfen und sucht ihn zugleich zu eigener Beobachtung anzuleiten.

Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. (Bd. 79.)
Stellt in großen Zügen eine Fülle wechselseitiger Beziehungen der Organismen zueinander dar. Familienleben und Staatenbildung der Tiere, wie die interessanten Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander werden geschildert.

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. Karl Eckstein. 2. Auflage. Mit 51 Figuren. (Bd. 18.)
Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf zwischen Mensch und Tier erfährt eine eingehende Darstellung, wobei besonders die Kampfmittel beider Gegner, hier Schußwaffen, Fallen, Gifte oder auch besondere Wirtschaftsmethoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn, furchtbares Gift, List und Gewandtheit geschildert werden.

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von Privatdoz. Dr. Kurt Hennings. Mit 34 Abbildungen. (Bd. 142.)
Stellt die charakteristischen Eigenschaften aller Tiere — Bewegung und Empfindung, Stoffwechsel und Fortpflanzung — dar und sucht die Tätigkeit des Tierleibes aus seinem Bau verständlich zu machen.

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. Wilhelm Lubosch. Mit 107 Abbildungen. (Bd. 282.)
Gibt eine auf dem Entwicklungsgedanken aufgebaute allgemeinverständliche Darstellung eines der interessantesten Gebiete der modernen Naturforschung.

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. Carl Keller. Mit 28 Abbildungen. (Bd. 252.)
Schildert eingehend den Verlauf der Haustierwerdung, die allmählich eingetretene Umbildung der Rassen sowie insbesondere die Stammformen und Bildungsherde der einzelnen Haustiere.

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Privatdozent Dr. Richard Goldschmidt. Mit 77 Abbildungen. (Bd. 253.)
Gewährt durch anschauliche Schilderung der zu den wechselvollsten und überraschendsten biologischen Tatsachen gehörenden Formen der tierischen Fortpflanzung sowie der Brutpflege Einblick in das mit der menschlichen Sittlichkeit in so engem Zusammenhang stehende Tatsachengebiet.

Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. Alwin Voigt. (Bd. 221.)
Will durch Schilderung des deutschen Vogellebens in der Verschiedenartigkeit der Daseinsbedingungen in den wechselnden Landschaften die Kenntnis der charakteristischen Vogelarten und namentlich auch ihrer Stimmen fördern.

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. Wilhelm R. Eckardt. Mit 6 Abbildungen. (Bd. 218.)
Eine wissenschaftliche Erklärung der rätselhaften Tatsachen des Vogelzugs und der daraus entspringenden praktischen Forderungen des Vogelschutzes.

Korallen und andere gesteinsbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 231.)
Schildert die gesteinsbildenden Tiere, vor allem die für den Bau der Erdrinde so wichtigen Korallen nach Bau, Lebensweise und Vorkommen.

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. Otto Maas. Mit 11 Karten und Abbildungen. (Bd. 139.)
Zeigt die Tierwelt als Teil des organischen Erdganzen, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres von dessen Lebensbedingungen wie von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen, und betrachtet an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt.

Die Bakterien. Von Prof. Dr. Ernst Gutzeit. Mit 13 Abbild. (Bd. 233.)
Setzt, gegenüber der laienhaften Identifikation von Bakterien und Krankheiten, die allgemeine Bedeutung der Kleinlebewelt für den Kreislauf des Stoffes in der Natur und dem Haushalt des Menschen auseinander.

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. Kurt Lampert. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 236.)
Gibt einen allgemeinverständlichen Überblick über die Gesamtheit des Tier- und Pflanzenreiches, über den Aufbau der Organismen, ihre Lebensgeschichte, ihre Abhängigkeit von der äußeren Umgebung und die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Gliedern der belebten Natur.

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 37 Abbildungen. (Bd. 148.)
Die merkwürdigen, oft erstaunlichen Verschiedenheiten in Aussehen und Bau der Tiergeschlechter werden durch zahlreiche Beispiele aus allen Gruppen auf wissenschaftlicher Grundlage dargestellt.

Die Ameisen. Von Dr. Friedrich Knauer. Mit 61 Figuren. (Bd. 94.)
Faßt die Ergebnisse der Forschungen über das Tun und Treiben einheimischer und exotischer Ameisen, über die Vielgestaltigkeit der Formen im Ameisenstaate, über die Bautätigkeit, Brutpflege und die ganze Ökonomie der Ameisen, über ihr Zusammenleben mit anderen Tieren und mit Pflanzen, und über die Sinnestätigkeit der Ameisen zusammen.

Das Süßwasser-Plankton. Von Dr. Otto Zacharias. Mit 49 Abbildungen. (Bd. 156.)
Gibt eine Anleitung zur Kenntnis jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen dieser unsichtbaren Welt einfach und doch vielseitig erörtert.

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. Otto Janson. 2. Aufl. Mit 41 Figuren. (Bd. 30.)
Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung auf geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete, die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, die Tiefen des Meeres, die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers, endlich die wichtigsten Organismen des Meeres, die Pflanzen und Tiere.

Das Aquarium. Von Ernst Willy Schmidt. Mit Abbild. (Bd. 335.)
Gibt in zusammenhängender Darstellung die Wechselbeziehungen zwischen Tier, Pflanze und Umgebung: eine Aquarienbiologie.

Wind und Wetter. Von Prof. Dr. Leonhard Weber. 2. Auflage. Mit 28 Figuren und 3 Tafeln. (Bd. 55.)
Schildert die historischen Wurzeln der Meteorologie, ihre physikalischen Grundlagen und ihre Bedeutung im gesamten Gebiete des Wissens, erörtert die hauptsächlichsten Aufgaben, die dem ausübenden Meteorologen obliegen, wie die praktische Anwendung in der Wettervorhersage.

Der Kalender. Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (Bd. 69.)
Erklärt die für unsere Zeitrechnung bedeutsamen astronomischen Erscheinungen und schildert die historische Entwicklung des Kalenderwesens vom römischen Kalender ausgehend, den Werdegang der christlichen Kalender bis auf die neueste Zeit verfolgend, setzt ihre Einrichtungen auseinander und lehrt die Berechnung kalendarischer Angaben.

Der Bau des Weltalls. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 3. Auflage. Mit 26 Figuren. (Bd. 24.)
Gibt eine anschauliche Darstellung vom Bau des Weltalls wie der einzelnen Weltkörper und der Mittel zu ihrer Erforschung.

Entstehung der Welt und der Erde, nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. D. M. B. Weinstein. (Bd. 223.)
Zeigt, wie die Frage der Entstehung der Welt und der Erde in den Sagen aller Völker und Zeiten und in den Theorien der Wissenschaft beantwortet worden ist.

Aus der Vorzeit der Erde. Von Prof. Dr. Fritz Frech. In 6 Bänden. 2. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 207—211, 61.)

In 6 Bänden wird eine vollständige Darstellung der Fragen der allgemeinen Geologie und physischen Erdkunde gegeben, wobei Übersichtstabellen die Fachausdrücke und die Reihenfolge der geologischen Perioden erläutern und auf neue, vorwiegend nach Original-Photographien angefertigte Abbildungen und auf anschauliche, lebendige Schilderung besonders Wert gelegt ist.

Band I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abbildungen. (Bd. 207.)
Gibt eine Darstellung des Wesens der vulkanischen Erscheinungen unter besonderer Berücksichtigung der letzten Katastrophen und der Folgeerscheinungen des Vulkanismus.

Band II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abbildungen. (Bd. 208.)
Gibt eine ausführliche Darstellung der Entstehung der Gebirge wie der Ursachen und Erscheinungsformen der Erdbeben unter besonderer Berücksichtigung der bei den letzten Katastrophen gemachten Erfahrungen.

Band III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abbildungen. (Bd. 209.)
Behandelt als eines der interessantesten Gebiete der Geologie die Arbeit fließenden Wassers, Talbildung u. Karstphänomen, Höhlenbildung u. Schlammvulkane, Wildbäche, Quellen u. Grundwasser.

Band IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Textabbildungen. (Bd. 210.)
Behandelt die grundlegenden erdgeschichtlichen Vorgänge der Bodenbildung und Abtragung, der Küstenbrandung und maritimen Gesteinsbildung und schließlich die Geographie der großen Ozeane in Vergangenheit und Zukunft.

Band V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Bd. 211.)
Band VI: Gletscher und Hochgebirge. (Bd. 61.)

Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. Samuel Oppenheim. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 110.)

Schildert den Kampf des geozentrischen und heliozentrischen Weltbildes, wie er schon im Altertum bei den Griechen entstanden ist, anderthalb Jahrtausende später zu Beginn der Neuzeit durch Kopernikus von neuem aufgenommen wurde und da erst mit einem Siege des heliozentrischen Systems schloß.

Der Mond. Von Prof. Dr. Julius Franz. Mit 31 Abbild. (Bd. 90.)

Gibt die Ergebnisse der neueren Mondforschung wieder, erörtert die Mondbewegung und Mondbahn, bespricht den Einfluß des Mondes auf die Erde und behandelt die Fragen der Oberflächenbedingungen des Mondes und die charakteristischen Mondgebilde, anschaulich zusammengefaßt in „Beobachtungen eines Mondbewohners", endlich die Bewohnbarkeit des Mondes.

Die Planeten. Von Prof. Dr. Bruno Peter. Mit 18 Figuren. (Bd. 240.)

Bietet unter steter Berücksichtigung der geschichtlichen Entwicklung unserer Erkenntnis eine eingehende Darstellung der einzelnen Körper unseres Planetensystems und ihres Wesens.

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. Paul Crantz. In 2 Bänden. Mit Figuren. (Bd. 120. 205.)

I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Auflage. Mit 9 Figuren. (Bd. 120.)
II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. Mit 21 Figuren. (Bd. 205.)

Band I unterrichtet in leicht faßlicher, für das Selbststudium geeigneter eingehender Darstellung unter Beifügung ausführlich berechneter Beispiele über die sieben Rechnungsarten, die Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten und die Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten, Band II ebenso über Gleichungen höheren Grades, arithmetische und geometrische Reihen, Zinseszins- und Rentenrechnung, komplexe Zahlen und über den binomischen Lehrsatz.

Praktische Mathematik. Von Dr. R. Neuendorff. Mit Abb. (Bd. 341.)

In allgemeinverständlicher Weise werden Rechenmethoden und mathematische Apparate, die im praktischen Leben mit Vorteil Verwendung finden, erläutert und zu ihrer Verwendung Anregung gegeben.

Planimetrie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. Paul Crantz. Mit Abbildungen. (Bd. 340.)

Das Buch enthält die Planimetrie bis zur Ähnlichkeitslehre und der Berechnung des Kreises. In möglichst einfacher und verständlicher Art macht es mit den Grundlehren der Planimetrie

vertraut. Rein geometrische Aufgaben sind in größerer Zahl vorhanden, deren Lösung teils ausführlich besprochen, teils kurz angedeutet worden ist. Ein ausführlicheres Register ist dem Buche zur leichteren Orientierung beigegeben.

Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer historischen Übersicht. Von Prof. Dr. Gerhard Kowalewski. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
Will, ohne große Kenntnis vorauszusetzen, in die moderne Behandlungsweise der Infinitesimalrechnung einführen, die die Grundlage der gesamten mathematischen Naturwissenschaft bildet.

Mathematische Spiele. Von Dr. Wilhelm Ahrens. 2. Auflage. Mit 70 Figuren. (Bd. 170.)
Eine amüsante Anregung zum Nachdenken und Kopfzerbrechen, ohne alle mathematischen Vorkenntnisse verständlich.

Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. Max Lange. Mit den Bildnissen E. Laskers und P. Morphys, 1 Schachbrettafel und 43 Darstellungen von Übungsspielen. (Bd. 281.)
Sucht durch eingehende, leichtverständliche Einführung in die Spielgesetze sowie durch eine größere, mit Erläuterungen versehene Auswahl interessanter Schachgänge berühmter Meister diesem anregendsten und geistreichsten aller Spiele neue Freunde und Anhänger zu werben.

Hierzu siehe ferner:

Pfannkuche, Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. S. 5.

Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

Am sausenden Webstuhl der Zeit. Von Prof. Dr. Wilhelm Launhardt. 3. Auflage. Mit 16 Abbildungen. (Bd. 23.)
Ein großzügiger Überblick über die Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik von den ersten Anfängen bis zu den höchsten Leistungen unserer Zeit.

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat Kurt Merckel. Mit 43 Abbildungen. (Bd. 60.)
Zeigt in einer Schilderung der Ingenieurbauten der Babylonier und Assyrer, der Ingenieurtechnik der alten Aegypter unter vergleichsweiser Behandlung der modernen Irrigationsanlagen daselbst, der Schöpfungen der antiken griechischen Ingenieure, des Städtebaues im Altertum und der römischen Wasserleitungsbauten die hohen Leistungen der Völker des Altertums.

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat Kurt Merckel. 2. Auflage. Mit 55 Abbildungen. (Bd. 28.)
Führt eine Reihe interessanter Ingenieurbauten, die Gebirgsbahnen und die Gebirgsstraßen der Schweiz und Tirols, die großen Eisenbahnverbindungen in Asien, endlich die modernen Kanal- und Hafenbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor.

Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)
Gibt eine fachmännische und dabei doch allgemein verständliche Darstellung dieses neuesten, in seiner Bedeutung für Hoch- und Tiefbau, Brücken- und Wasserbau stetig wachsenden Zweiges der Technik.

Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. Hermann Wedding. 3. Auflage. Mit 15 Figuren. (Bd. 20.)
Schildert, wie Eisen erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird, wobei besonders der Hochofenprozeß nach seinen chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen dargestellt und die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse erörtert werden.

Die Metalle. Von Prof. Dr. Karl Scheid. 2. Auflage. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)
Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle, die mutmaßliche Bildung der Erze, die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, das Hüttenwesen mit seinen verschiedenen Systemen, die Fundorte der Metalle, ihre Eigenschaften, Verwendung und Verbreitung.

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. von Ihering. 3 Bde. (Bd. 303/305.)
Durch Anwendung der graphischen Methode und Einfügung instruktiver Beispiele eine ausgezeichnete Darstellung der Grundlehren der Mechanik der festen Körper.
Band I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abbildungen. (Bd. 303.)
Band II: Die Mechanik der flüssigen Körper. (In Vorbereitung.) (Bd. 304.)
Band III: Die Mechanik der gasförmigen Körper. (In Vorbereitung.) (Bd. 305.)

Maschinenelemente. Von Prof. Richard Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)
Eine Übersicht über die Fülle der einzelnen ineinandergreifenden Teile, aus denen die Maschinen zusammengesetzt sind, und ihre Wirkungsweise.

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. Richard Vater. Mit 67 Abbildungen. (Bd. 196.)
Eine für weitere Kreise bestimmte, durch zahlreiche einfache Skizzen unterstützte Abhandlung über die Hebezeuge, wobei das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper nach dem neuesten Stande der Forschungen eingehend behandelt wird.

Dampf und Dampfmaschine. Von Prof. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 63.)
Schildert die inneren Vorgänge im Dampfkessel und namentlich im Zylinder der Dampfmaschine, um so ein richtiges Verständnis des Wesens der Dampfmaschine und der in der Dampfmaschine sich abspielenden Vorgänge zu ermöglichen.

Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Prof. Richard Vater. 3. Auflage. Mit 33 Abbildungen. (Bd. 21.)
Gibt eine die neuesten Fortschritte berücksichtigende Darstellung des Wesens, Betriebes und der Bauart der immer wichtiger werdenden Benzin-, Petroleum- und Spiritusmaschinen.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Prof. Richard Vater. 2. Auflage. Mit 48 Abbildungen. (Bd. 86.)
Will ein Urteil über die Konkurrenz der modernen Wärmekraftmaschinen nach ihren Vor- und Nachteilen ermöglichen und weiter in Bau und Wirkungsweise der Dampfturbine einführen.

Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat Albrecht v. Ihering. Mit 73 Figuren. (Bd. 228.)
Führt von dem primitiven Mühlrad bis zu den großartigen Anlagen, mit denen die moderne Technik die Kraft des Wassers zu den gewaltigsten Leistungen auszunutzen versteht.

Landwirtsch. Maschinenkunde. Von Prof. Dr. Gust. Fischer. (Bd. 316.)
Ein Überblick über die verschiedenen Arten der landwirtschaftlichen Maschinen und ihre modernsten Vervollkommnungen.

Die Spinnerei. Von Direktor Prof. M. Lehmann. Mit Abb. (Bd. 338.)

Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Prof. Dr. Friedrich Hahn. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 71.)
Nach einem Rückblick auf die frühesten Zeiten des Eisenbahnbaues führt der Verfasser die moderne Eisenbahn im allgemeinen nach ihren Hauptmerkmalen vor. Der Bau des Bahnkörpers, der Tunnel, die großen Brückenbauten sowie der Betrieb selbst werden besprochen, schließlich ein Überblick über die geographische Verbreitung der Eisenbahnen gegeben.

Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. Ernst Biedermann. Mit 50 Abb. (Bd. 144.)
Behandelt die wichtigsten Gebiete der modernen Eisenbahntechnik, Oberbau, Entwicklung und Umfang der Spurbahnnetze in den verschiedenen Ländern, die Geschichte des Lokomotivenwesens bis zur Ausbildung der Heißdampflokomotiven einerseits und des elektrischen Betriebes andererseits sowie der Sicherung des Betriebes durch Stellwerks- und Blockanlagen.

Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abbildungen. (Bd. 322.)
Will weiteren Kreisen einen Einblick in Wesen und Eigenart und soziale Wichtigkeit der Klein- und Straßenbahnen vermitteln.

Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. Karl Blau. Mit 83 Abbild. (Bd. 166.)
Gibt einen anschaulichen Überblick über das Gesamtgebiet des modernen Automobilismus, wobei besonders das Benzinautomobil, das Elektromobil und das Dampfautomobil nach ihren Kraftquellen und sonstigen technischen Einrichtungen wie Zündung, Kühlung, Bremsen, Steuerung, Bereifung usw. besprochen werden.

Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. Rudolf Blochmann. Mit 128 Abbildungen. (Bd. 168.)
Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihrer Grundgesetze und ihrer Beziehungen zum Magnetismus sowie eine Einführung in das Verständnis der zahlreichen praktischen Anwendungen der Elektrizität.

Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegrapheninspektor Helmut Brick. Mit 58 Abbildungen. (Bd. 235.)
Eine erschöpfende Darstellung der geschichtlichen Entwicklung, der rechtlichen und technischen Grundlagen sowie der Organisation und der verschiedenen Betriebsformen des Telegraphie- und Fernsprechwesens der Erde.

Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor Helmuth Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
Gibt, ohne auf technische Einzelheiten einzugehen, durch Illustrationen unterstützt, nach einer elementaren Darstellung der Theorie der Leitung, einen allgemein verständlichen Überblick über die Herstellung, Beschaffenheit und Wirkungsweise aller zur Übermittlung von elektrischem Strom dienenden Leitungen.

Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustrationen. (Bd. 167.)
Nach eingehender Darstellung des Systems Telefunken werden die für die verschiedenen Anwendungsgebiete erforderlichen Konstruktionstypen vorgeführt, wobei nach dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik in jüngster Zeit ausgeführte Anlagen beschrieben werden. Danach wird der Einfluß der Funkentelegraphie auf Wirtschaftsverkehr und Wirtschaftsleben sowie die Regelung der Funkentelegraphie im deutschen und internationalen Verkehr erörtert.

Nautik. Von Direktor Dr. Johannes Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)
Gibt eine allgem inverständliche Übersicht über das gesamte Gebiet der Steuermannskunst, die Mittel und Methoden, mit deren Hilfe der Seemann sein Schiff sicher über See bringt.

Die Luftschiffahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. Raimund Nimführ. 2. Aufl. Mit 42 Abb. (Bd. 300.)
Bietet eine umfassende Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen und technischen Entwicklung der Luftschiffahrt, indem es vor allem das Problem des Vogelfluges und das aerostatische und aerodynamische Prinzip des künstlichen Fluges behandelt und eine ausführliche, durch zahlreiche Abbildungen unterstützte Beschreibung der verschiedenen Konstruktionen von Luftschiffen, von der Montgolfiere bis zum Motorballon und zum modernen Aeroplan gibt.

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. phil. Wilhelm Brüsch. Mit 155 Abbildungen. (Bd. 108.)
Behandelt die technischen und wissenschaftlichen Bedingungen für die Herstellung einer wirtschaftlichen Lichtquelle und die Methoden für die Beurteilung ihres wirklichen Wertes für den Verbraucher, die einzelnen Beleuchtungsarten sowohl hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Grundlagen als auch ihrer Technik und Herstellung.

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur Johann Eugen Mayer. Mit 40 Abbildungen. (Bd. 241.)
Will über die verschiedenen Lüftungs- und Heizungsarten menschlicher Wohn- und Aufenthaltsräume orientieren und zugleich ein Bild von der modernen Lüftungs- und Heizungstechnik geben, um dadurch Interesse und Verständnis für die dabei in Betracht kommenden, in gesundheitlicher Beziehung so überaus wichtigen Gesichtspunkte zu erwecken.

Die Uhr. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Bock. Mit 47 Abbild. (Bd. 216.)
Behandelt Grundlagen und Technik der Zeitmessung, sowie eingehend, durch zahlreiche technische Zeichnungen unterstützt, den Mechanismus der Zeitmesser und der feinen Präzisionsuhren nach seiner theoretischen Grundlage wie in seinen wichtigsten Teilen.

Wie ein Buch entsteht. Von Prof. Arthur W. Unger. 2. Auflage. Mit 7 Tafeln und 26 Abbildungen. (Bd. 175.)
Schildert in einer durch Abbildungen und Papier- und Illustrationsproben unterstützten Darstellung Geschichte, Herstellung und Vertrieb des Buches unter eingehender Behandlung sämtlicher buchgewerblicher Techniken.

Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Prof. Dr. Walter Löb. Mit 16 Figuren. (Bd. 264.)
Ermöglicht durch anschauliche Darstellung der den chemischen Vorgängen zugrunde liegenden allgemeinen Tatsachen, Begriffe und Gesetze ein gründliches Verständnis dieser und ihrer praktischen Anwendungen.

Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. Artur Müller. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 191.)
Eine durch lehrreiche Abbildungen unterstützte Darstellung der Ziele und Hilfsmittel der chemischen Technik im allgemeinen, wie der wichtigsten Gebiete (z. B.: Schwefelsäure, Soda, Chlor, Salpetersäure, Teerdestillation, Farbstoffe) im besonderen.

Der Luftstickstoff und seine Verwertung. Von Prof. Dr. Karl Kaiser. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 313.)
Ein Überblick über Wesen, Bedeutung und Geschichte dieses wichtigsten und modernsten Problems der Agrikulturchemie bis auf die neuesten erfolgreichen Versuche zu seiner Lösung.

Agrikulturchemie. Von Dr. P. Krische. Mit 21 Abbild. (Bd. 314.)
Eine allgemeinverständliche Übersicht über Geschichte, Aufgaben, Methoden, Resultate und Erfolge dieses volkswirtschaftlich so wichtigen Zweiges der angewandten Chemie.

Die Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abbildungen. (Bd. 333.)
Geschichte, Technik und volkswirtschaftliche Bedeutung der Bierbrauerei.

Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Prof. Dr. Rud. Biedermann. Mit 15 Figuren. (Bd. 286.)
Gibt eine allgemeinverständliche, umfassende Schilderung des Gebietes der Sprengstoffe, ihrer Geschichte und ihrer Herstellung bis zur modernen Sprengstoffgroßindustrie, ihrer Fabrikation, Zusammensetzung und Wirkungsweise sowie ihrer Anwendung auf den verschiedenen Gebieten.

Photochemie. Von Prof. Dr. Gottfried Kümmell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)
Erklärt in einer für jeden verständlichen Darstellung die chemischen Vorgänge und Gesetze der Einwirkung des Lichtes auf die verschiedenen Substanzen und ihre praktische Anwendung, besonders in der Photographie, bis zu dem jüngsten Verfahren der Farbenphotographie.

Die Photographie. Von Hans Schmidt. (Bd. 280.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. Kurt Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)
Eröffnet einen klaren Einblick in die wissenschaftlichen Grundlagen dieses modernsten Zweiges der Chemie, um dann seine glänzenden technischen Erfolge vor Augen zu führen.

Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. Johannes Bongardt. In 2 Bänden. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 125. 126.)
I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.)
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abbildungen. (Bd. 126.)
Will an der Hand einfacher Beispiele, unterstützt durch Experimente und Abbildungen, zu naturwissenschaftlichem Verstehen einfacher physikalischer und chemischer Vorgänge im Haushalt anleiten.

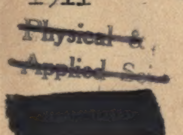
Chemie in Küche und Haus. Von weil. Prof. Dr. Gustav Abel. 2. Aufl. von Dr. Joseph Klein. Mit einer mehrfarbigen Doppeltafel. (Bd. 76.)
Gibt eine vollständige Übersicht und Belehrung über die Natur der in Küche und Haus sich vollziehenden mannigfachen chemischen Prozesse.

Hierzu siehe ferner:

Bruns, Die Telegraphie. S. 17. **Graetz**, Das Licht und die Farben. S. 22. **Alt**, Die Kälte. S. 23. **Bavink**, Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. S. 23.

Urteile über B. G. Teubners farbige Künstler-Steinzeichnungen.

„.... Doch wird man auch aus dieser nur einen beschränkten Teil der vorhandenen Bilder umfassenden Aufzählung den R[illegible]chtum des Dargebotenen erkennen. Indessen es genügt nicht, daß die Bilde[illegible] da [illegible] [illegible] müssen auch gekauft werden. Sie müssen vor allen Dingen an die richti[illegible] [illegible] [illegible]cht werden. Für öffentliche Gebäude [illegible]



[illegible] und beschreib[illegible]ndem Text gegen Einsendung von 30 Pfennig (Ausland 40 Pfennig) vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig, Poststraße 3/5.

